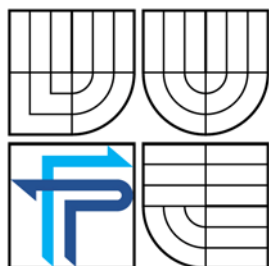


VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA PODNIKATELSKÁ

ÚSTAV MANAGEMENTU

FACULTY OF BUSINESS AND MANAGEMENT

INSTITUT OF MANAGEMENT

STUDIE PROVOZUSCHOPNOSTI SILNIČNÍ SÍTĚ S VYUŽITÍM TELEMATICKÝCH PŘÍSTUPŮ

THE STUDY OF SERVICEABILITY OF HIGHWAY NETWORK WITH USING OF
TELEMATICS

DIPLOMOVÁ PRÁCE

MASTER'S THESIS

AUTOR PRÁCE
AUTHOR

Bc. JIŘÍ BRUNA

VEDOUCÍ PRÁCE
SUPERVISOR

prof. Ing. MARIE JUROVÁ, CSc.

BRNO 2008

ZADÁNÍ

Anotace

Při vyšetřování dopravní nehody na silnici je obvykle k dispozici jen velmi málo objektivních informací. Elektronické záznamové zařízení provozních hodnot ve vozidle, jež je tématem mé diplomové práce, by mohlo zaznamenávat maximum provozních informací o vozidle (čas, rychlost, činnost brzd, činnost ABS, světla, blinkače, provozní hodnoty motoru apod.) Tyto objektivní informace by měly bezesporu přínos k urychlení řešení dopravní nehody na silnici.

Annotation

In the mean time there are only a few objective information available in a road accident . A electronically motor vehicle operational data recorder, that is main topic of my graduate work could record maximum of vehicle operational data (time, velocity, activity of brakes, activity of ABS, lights, blinkers, operational engine measures). This information could contribute to faster car crash investigation.

Klíčová slova

Dopravní frekvence ,GSM síť, detekce ,telepatické služby

Keywords

Traffic frequency, GSM net, detection, telematics services

Bibliografická citace

BRUNA, J. Studie provozuschopnosti silniční sítě s využitím telematických přístupů. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta podnikatelská, 2008. 70 s. Vedoucí diplomové práce prof. Ing. Marie Jurová, CSc.

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci vypracoval samostatně a že všechny použité literární zdroje jsem správně a úplně citoval a nemám závažný důvod proti užití tohoto školního díla ve smyslu § 60 Zákona č.121/2000 Sb., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon).

V Brně dne 23.5.2008

.....

Poděkování

Tímto děkuji prof. Ing. Marii Jurové, CSc. za cenné rady a připomínky při vypracovávání diplomové práce a panu Ing. Martinu Hájkovi za poskytnutí přínosných rad a konzultací a za poskytování potřebných dat.

Obsah

Obsah	6
1. Úvod.....	8
2. Teorie dopravního proudu	9
2.1 Základní charakteristické veličiny	9
2.2 Modely dopravního proudu	9
3. Vzájemné srovnání existujících systémů pro detekci pohybu dopravního proudu.....	12
3.1 Instruktivní dopravní detektory	12
3.1.1 Indukční detekční smyčky	12
3.1.2 Magnetické detektory	13
3.2 Neintrusivní dopravní detektory	14
3.2.1 Mikrovlnné detektory - radary	14
3.2.2 Infračervené detektory	15
3.2.3 Aktivní – laser	15
3.2.4 Pasivní	16
3.2.5 Ultrazvukové detekce	17
3.2.6 Videodetekce	17
3.3 Systémy založené na pohybu mobilních telefonů po GSM síti	20
3.3.1 Základní informace	20
3.3.2 Přesnost detekce pohybu mobilního telefonu.....	21
3.3.3 Frekvence měření	22
4. Analýza možností využití dat o pohybu dopravního proudu	24
4.1 Struktura dopravního systému pro management dopravního proudu	24
4.2 Dopravní systém.....	25
4.2.1 Sběr dat.....	25
4.2.2 Měřicí zařízení dopravního proudu	25
4.2.3 Modul archivace	25
4.2.4 Modul zpracování dat a klasifikace dopravy.....	26
4.2.5 Modul zátěžová mapa.....	30
4.2.6 Moduly pro komunikaci s telematickými systémy	32
4.2.6.1 Modul dopravně závislého řízení.....	32

4.2.6.2	Modul ovládání informačních tabulí	32
4.2.6.3	Modul zpracování informací od smluvních partnerů.....	32
4.3	Přenos informací uživatelům.....	34
4.3.1	SMS.....	34
4.3.2	Dopravní informace pomocí GPRS.....	34
4.3.3	Systémy real-time sledování vozového parku.....	35
4.3.4	Dynamická navigace	35
4.3.5	Internetový portál	36
5.	Návrh konkrétního řešení pro management dopravního proudu	37
5.1	Funkce systému	37
5.2	Základní požadavky na systém	37
5.2.1	Rychlost.....	37
5.2.2	Dostupnost informací	40
5.2.3	Požadavky na obsah informací.....	40
5.3	Struktura systému	41
5.3.1	Toky dat v systému	42
5.4	Klasifikace dopravy.....	42
5.5	Volba úseků.....	43
5.6	Algoritmus výběru poskytnutých informací	43
5.7	Doplňková služba řidiči	44
5.8	Vývojový diagram.....	45
5.9	Technické provedení	49
5.10	Represivní opatření.....	49
5.11	Současný stav	49
6.	Ekonomická analýza navrženého řešení.....	51
7.	Návrh preventivního systému - PREVENT	53
7.1	Preventivní systém - Prevent.....	58
7.2	Definice přínosů systému pro koncové uživatele.....	61
8.	Závěr.....	63
9.	Použitá literatura	68
10.	Seznam obrázků, tabulek.....	69

1. Úvod

Přestože existuje celá řada poskytovatelů aktuálních dopravních informací, není k dispozici jejich kvalitní a celoplošný zdroj. Problematika dopravních informací koncepčně zaostává, přestože dnes máme technické podmínky pro jejich řešení. Poskytování aktuálních a přesných dopravních informací má velký význam pro celou motoristickou veřejnost.

Cílem této práce je představení všech dostupných možností pro sběr dynamických dopravních dat a vytvoření návrhu využití těchto dat pro management dopravního proudu.

V první části mé diplomové práce jsou shrnuty a porovnány „tradiční“ zdroje dopravních dat. Je kladen důraz na identifikaci výhod resp. nevýhod konkrétních technologií pro sběr dopravních dat a možností využití těchto dat. Přehled by měl sloužit k základní orientaci v dostupných technologiích. Jeho výstupem je naznačení směru využívání detekčních technologií v praxi.

Rozšíření mobilních telefonů mezi širokou veřejnost umožnilo nový, velmi jednoduchý a efektivní způsob získávání dopravních dat. Na základě sledování pohybu SIM karet v mobilních telefonech v reálném čase lze generovat přesný on-line pohled na pohyb dopravního proudu na sledované komunikaci. GSM síť umožňuje lokalizovat a vyhodnocovat pohyb konkrétních mobilních telefonů dvěma hlavními způsoby. Diplomová práce pokračuje teoretickým porovnáním systémů založených na pohybu mobilních telefonů po silniční síti.

V další části je popsána struktura dopravního systému pro management dopravního proudu včetně popisu všech základních modulů systému. Popsaný systém předpokládá využití zdrojů dat, jak byly popsány v předešlých kapitolách.

Dále jsou představeny možnosti prezentace zpracovaných dat koncovým uživatelům, zejména řidičům a také ekonomické přínosy použití systému.

2. Teorie dopravního proudu

2.1 Základní charakteristické veličiny

Silniční doprava, podobně jako každý jiný dynamický proces, je popsitelná svými charakteristickými veličinami a jejich změnami v čase. Nejčastěji užívanými veličinami jsou:

Rychlost dopravního proudu (u) [km/hod] je vyjádřitelná v mnoha podobách. Často využíváme tzv. střední rychlost, která představuje průměr rychlostí jednotlivých vozidel projíždějících daným úsekem za dané časové období.

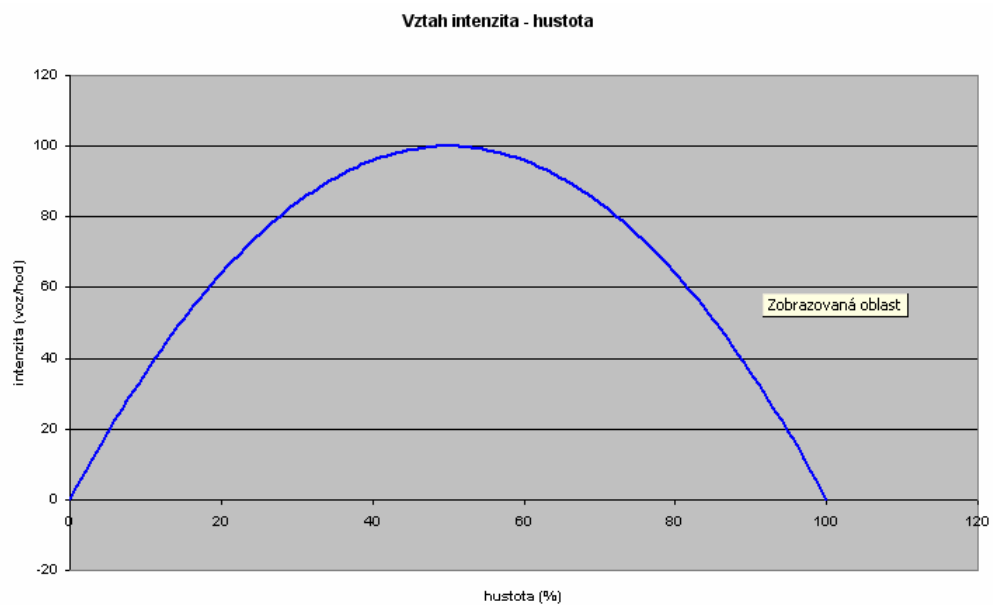
Intenzita dopravního proudu (q) [voz/hod] je počet vozidel, které projedou daným příčným řezem komunikace nebo jeho částí za jednotku času v jednom dopravním směru.

Hustota dopravního proudu (k) [voz/km] - počet vozidel na jednotku délky komunikace za jednotku času.

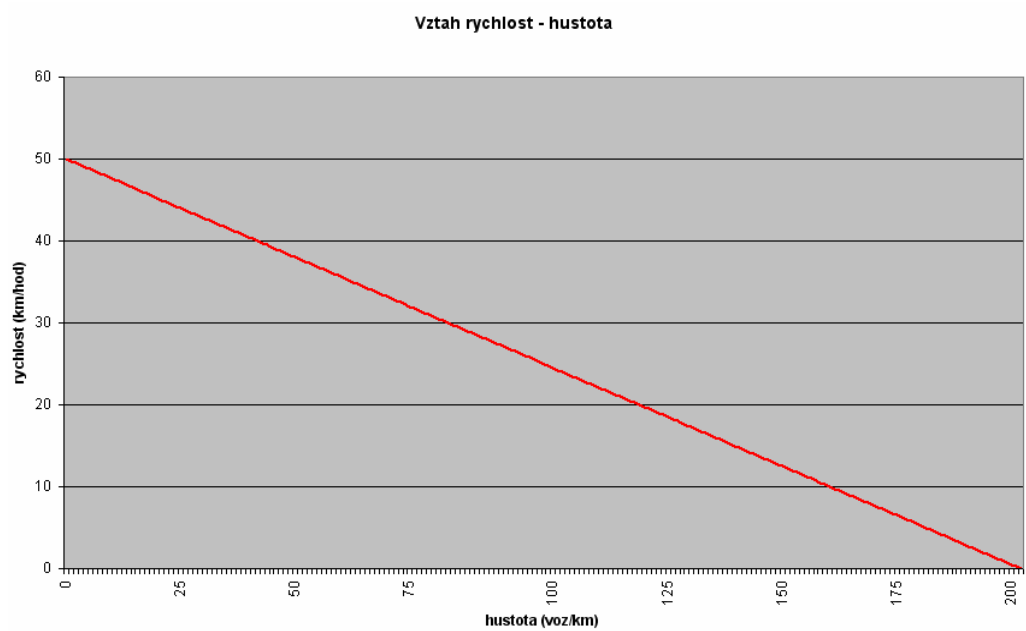
2.2 Modely dopravního proudu

Pro některé druhy analýzy a některé návrhy dopravních systémů je vhodné použít funkční vztahy používající hodnoty dopravního proudu. V průběhu let bylo vytvořeno mnoho modelů, přičemž některé jsou vhodné pro malou část řešení dopravní problematiky a nejsou tedy použitelné obecně. Základní typy modelů dopravního proudu jsou:

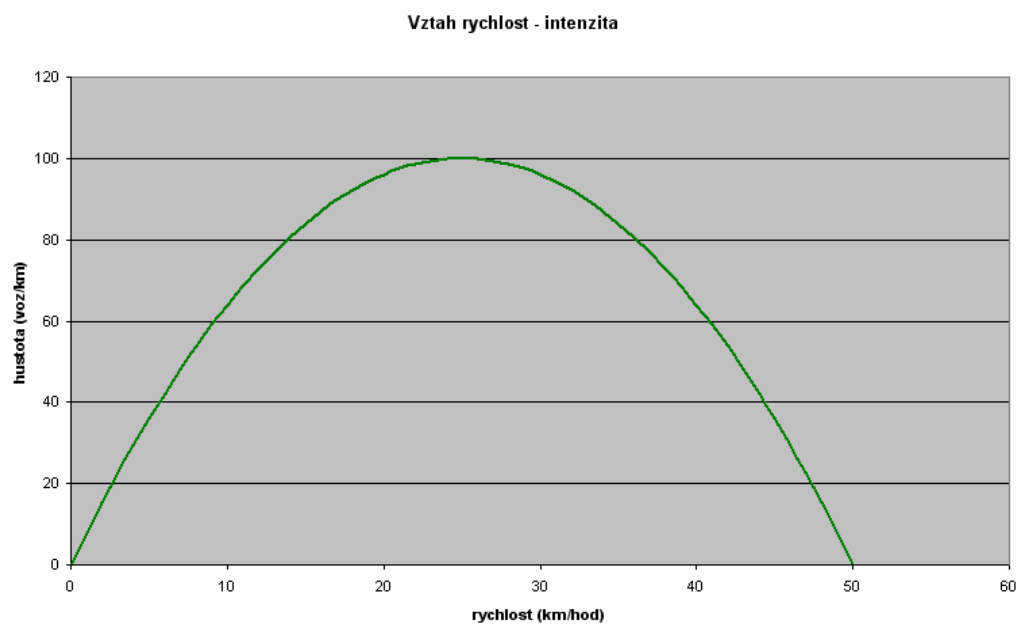
- rychlostně-hustotní model
- intenzitně-hustotní model
- rychlostní-intenzitní model



Obr. 1: Vztah intenzita – hustota



Obr. 2: Vztah rychlost – hustota



Obr. 3: Vztah rychlost – intenzita

3. Vzájemné srovnání existujících systémů pro detekci pohybu dopravního proudu

Silniční doprava, podobně jako každý jiný dynamický proces je popsitelná svými charakteristickými veličinami a jejich změnami v čase. Nejčastěji užívanými veličinami jsou:

- rychlost dopravního proudu
- intenzita dopravního proudu
- hustota dopravního proudu

Charakteristické veličiny dopravy je třeba pro další využití průběžně měřit. K těmto účelům používáme různá čidla.

3.1 Instruktivní dopravní detektory

- detektory, které zasahují do vozovky

3.1.1 Indukční detekční smyčky

Princip fungování: Založeny na principu ovlivňování magnetického pole v okolí smyčky projíždějícími vozidly a v indukovaní proudu v této smyčce. Jedná se o nejběžnější typ dopravního detektoru používaného za účelem řízení dopravy.

Výhody:

- přesnost a spolehlivost
- osvědčená a funkční technologie
- možnost automatického nastavení citlivosti a kmitočtu
- poskytují základní dopravní parametry
- nejsou ovlivněny počasím

Nevýhody:

- omezené možnosti umístění (nevhodné v železobetonových a železných konstrukcích, v místě kolejí, vpustí apod.) náchylnost k poškození, nutnost kvalitního provedení vozovky i smyčky (přetěžování vozidel – vyjeté koleje)
- vyšší pořizovací cena, úpravy, odladění a servis
- při opravě nutné uzavření jízdního pruhu
- stálý servis

Vhodné pro jaký typ komunikace: Všechny typy komunikací

Doporučné využití získaných dat:

- přihlašování/odhlašování
- intenzita dopravy
- přítomnost/obsazenost
- kolona
- rychlost
- kategorizace vozidel
- směr jízdy

3.1.2 Magnetické detektory

Princip fungování: Spočívá v měření změny magnetického pole Země v případě pohybu vozidla v blízkosti detektoru.

Výhody:

- nenáročné, odolné a levné zařízení používané v oblastech s velmi nízkou teplotou a mrazy
- operuje v pasivním módu, nevytváří vlastní magnetické pole
- vyšší mechanická odolnost
- velmi malé zásahy do vozovky

Nevýhody:

- určené pouze k detekci projíždějícího vozidla ($v > 5 \text{ km/h}$)

Doporučné využití získaných dat:

- intenzita
- přítomnost
- obsazenost
- rychlost

3.2 Neintrusivní dopravní detektory

- detektory, které se instalují bez zásahu do vozovky
- dají se snadno sejmout a přemístit
- neničí vozovku – delší životnost
- fungují bezdotykově

3.2.1 Mikrovlnné detektory - radary

Princip fungování: Pracují na principu vyzařování a přijímání kmitočtu 24,125 GHz (K-pásmo). Paprsek je odražen jedoucím vozidlem a je přijímán vstupním senzorem. Procesor porovnává Dopplerovský posuv kmitočtů.

Výhody:

- necitlivý ke špatnému počasí
- operace ve dne v noci
- jediné čidlo je schopno nahradit několik indukčních smyček
- životnost
- nízké náklady

Nevýhody:

- problémy při extrémně nízkých teplotách a silném provozu (není vhodný ke sčítání vozidel)
- obtížná výměna
- Dopplerův senzor nedetekuje stojící vozidla

Doporučné využití získaných dat:

- přítomnost
- obsazenost
- rychlost
- počet vozidel
- klasifikace vozidel

3.2.2 Infračervené detektory

Princip fungování: Element citlivý na světlo, který mění odraženou či přijatou energii na elektrický signál.

3.2.3 Aktivní – laser

- laserové diody osvětlují detekční zónu nízko energetickými vlnami
- operuje v blízké infračervené oblasti $\sim 0,85\mu\text{m}$
- infračervená energie odražená od vozidla je přijata optickým systémem

Výhody:

- neintrusivní
- není ovlivněn denní dobou (den – noc)
- operace ve více jízdních pruzích

Nevýhody:

- kvalita je ovlivněna počasím (mlha, sníh, hustý déšť)
- při nevhodné instalaci může docházet k blokování vozidel

Použití:

- intenzita dopravy
- rychlost
- obsazenost
- klasifikace

3.2.4 Pasivní

- detektor přijímá energii vyzařenou projíždějícími vozidly
- všechny objekty vyzařují energii
- operuje v daleké infračervené oblasti $\sim 8-14 \mu\text{m}$
- zaznamená se změna energie při průjezdu vozidla
- signál je úměrný rozdílu emisivních teplot mezi projíždějícím vozidlem a vozovkou

Výhody:

- neintrusivní
- mohou měřit rychlost
- pracují ve dne v noci

Nevýhody:

- výkon je ovlivněn změnami teplot a prouděním vzduchu
- jeden detektor je třeba na každý jízdní pruh
- složitá kalibrace

Oblast použití:

- intenzita
- délka vozidel
- obsazenost
- detekce vozidel

3.2.5 Ultrazvukové detekce

Principem ultrazvukové detekce vozidel je vysílání ultrazvukových vln pod úhlem 20 - 90 stupňů k vozovce. V případě průjezdu vozidla dojde ke změně intenzity odraženého paprsku, která se následně vyhodnotí. Jedná se tedy o princip založený na úbytku energie zvukových vln, která se snižuje s kvadrátem vzdálenosti.

Výhody:

- neintrusivní
- umožňuje aplikaci na více jízdních pruzích

Nevýhody.

- změny teploty a extrémní poryvy větru mohou ovlivnit výstupy měření
- dlouhé intervaly mezi vysílanými signály mohou omezit přesnost měření obsazenosti pro vyšší rychlosti vozidel

Doporučné využití získaných dat:

- počet vozidel
- přítomnost vozidel
- obsazenost
- délka vozidel
- výška vozidel

3.2.6 Videodetekce

Na obrazu z kamery se softwarově definují virtuální smyčky. Jejich umístění a tvar lze zvolit libovolně. Systém vyhodnocuje odsazení těchto smyček a na výstupu generuje impuls obdobný impulsu z klasické smyčky.

Princip fungování: Technologie, která zachycuje a analyzuje video sekvence díky propracovanému algoritmu a integrovaným komponentům. Základním prvkem je procesor, který zpracovává signály ze senzorů (např. kamera) a dále je přenáší operátorovi či spustí alarm atd. Je využíváno hlavně optoelektrické, ultrazvukové, laserové a magnetické technologie. Jednotky mohou být vybaveny GSM/GPRS modemem. Data mohou být

převedena s jednoduchostí telefonu, s rychlostí opt. vlákna a pohodlností bezdrátového přenosu.

Výhody:

- široká plocha detekce (např. až 7 jízdních pruhů)
- přesnost měření, rozpoznávací schopnost (druh vozidla)
- jednoduchá konfigurace detektoru (rekonstrukce, změna geometrie vozovky)
- pořízení snímku o aktuální dopravní situaci
- finanční náklady
- možnost solárního napájení
- usnadňuje činnost kontrolních složek přebíráním dozoru nad objekty

Nevýhody:

- funkčnost systému může být ovlivněna při výrazně zhoršených povětrnostních podmínkách (hustý déšť, sníh, mlha)
- nutná filtrace pro zpřesnění informací
- velká vozidla mohou zakrýt malá
- stíny a odrazy mokré vozovky mají vliv na chyby v detekci vozidel

Vhodné pro jaký typ komunikace: Široké spektrum komunikací; zvláště vhodné pro snímání větších ploch - křižovatky, tunely, parkovací plochy

Doporučené využití získaných dat:

- neoprávněný vjezd, překročení bezpečnostních limitů (rychlost, rozměry), vozidlová skladba
- zaznamenání nehod, automatické spuštění alarmu a přesná identifikace problémového místa na obrazovce
- v budoucnosti on-road detekce pro asistenční systémy řidiče (identifikace okolních vozidel, infrastruktury)
- dálnice
 - snímání dopravního proudu
 - identifikace gongesce
 - automatická detekce nehody
 - proměnné rychlostní značení

- město - vozidlová skladba
 - zjištění kongesce
 - sčítání vozidel
 - snímání jízdy na červenou
 - monitorování dopravního proudu
 - zastavení vozidel
 - jízda špatným směrem
- tunely - odstavená vozidla
 - pomalý provoz
 - jízda špatným směrem
 - detekce požáru a kouře
 - monitorování dopravního proudu
 - kontrola ventilace

Výhody:

- jednoduché řešení pro instalaci
- snadná možnost provádět změny v úpravách virtuálních smyček
- klasifikace vozidel

Nevýhody:

- náchylnost na povětrnostní podmínky (mlha, sněžení)
- nutný pravidelný servis (mytí kamery)
- náchylnost na pohyb kamery (umístění na výložníku)

Vhodné pro jaký typ komunikace: Všechny typy komunikací

Doporučné využití získaných dat:

- přihlašování/odhlašování
- intenzita dopravy
- přítomnost/obsazenost
- kolona
- rychlost
- kategorizace vozidel

3.3 Systémy založené na pohybu mobilních telefonů po GSM síti

3.3.1 Základní informace

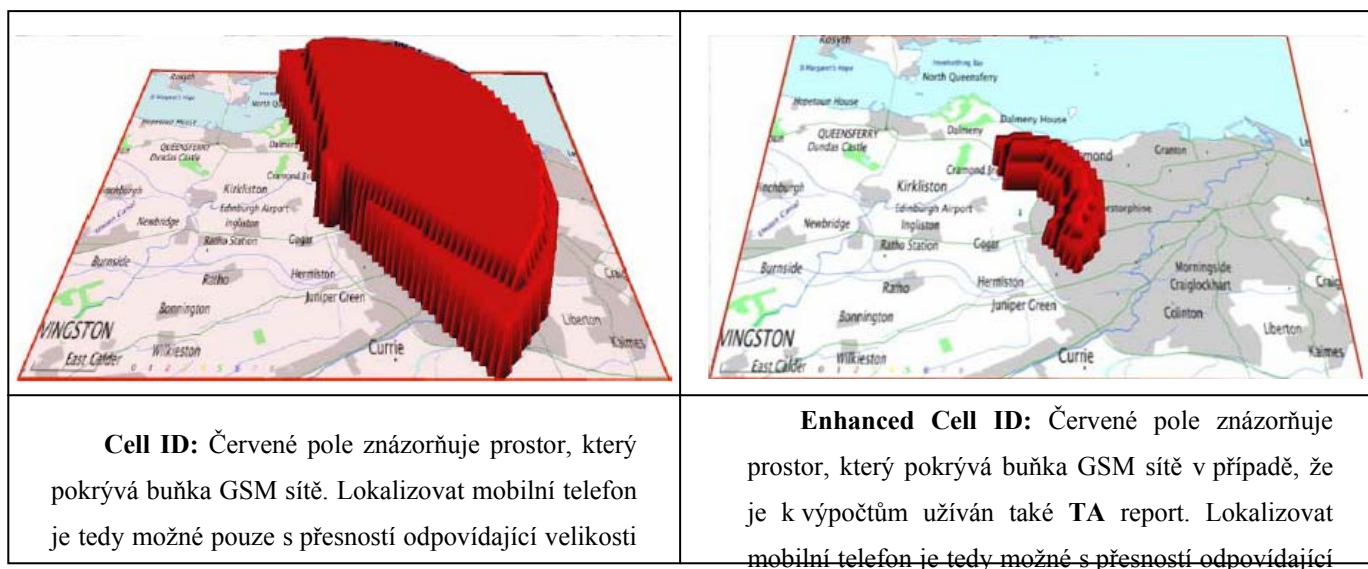
GSM síť umožňuje lokalizovat a vyhodnocovat pohyb konkrétních mobilních telefonů dvěma hlavními způsoby.

První je známá jako „**location based on cell-ID**“ (lokalizace založená na buňce) a druhá jako „**location based on enhanced Cell-ID**“ (lokalizace založená na zdokonalené buňce), která počítá s „GSM Network Measurement Reports“ (reporty o on-line měření GSM sítě), zejména s údajem zvaným **Timing Advance – TA** (posun signálu v čase)

Typická GSM buňka (identifikovaná svou cell-ID) je tvarována jako výřez koláče. **Timing Advance – TA** informace v zásadě rozděluje buňku (výřez koláče) na jednotlivé oblouky, které jsou přibližně 550m široké. GSM buňka může teoreticky obsahovat 1 až 63 **TA** oblouků.

Zásadní rozdíl mezi těmito dvěma diskutovanými způsoby je v přesnosti lokalizace mobilního telefonu, přesnosti měření pohybu mobilního telefonu a frekvenci měření.

Rozdíl v přesnosti lokalizace mobilního telefonu mezi oběma metodami je ukázán na obr. 4.



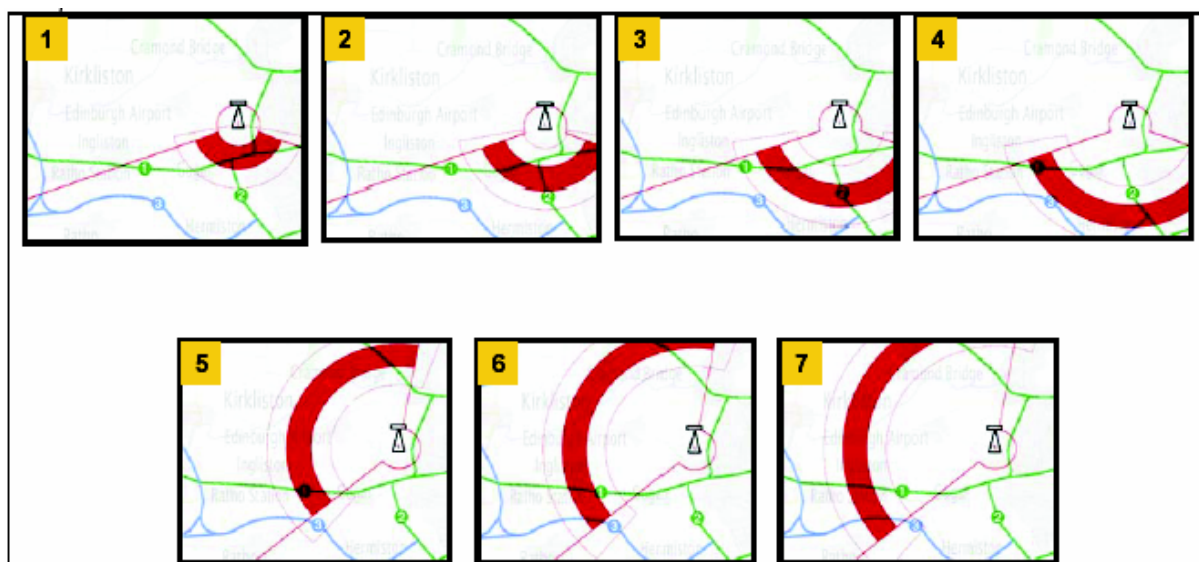
Obr. 4: Schéma podílů sledovaných území

Obr. 4. ukazuje, že užitím dodatečné informace **Timing Advance – TA** generované z GSM sítě lze docílit daleko přesnější lokalizace mobilního telefonu.

3.3.2 Přesnost detekce pohybu mobilního telefonu

Pohyb mobilního telefonu je zaznamenáván GSM sítí pomocí **změny** dostupných informací. V případě užití metody **cell - ID** se musí mobilní telefon přesunout do jiné buňky, aby GSM síť (a přídavné technologie) zaznamenaly pohyb.

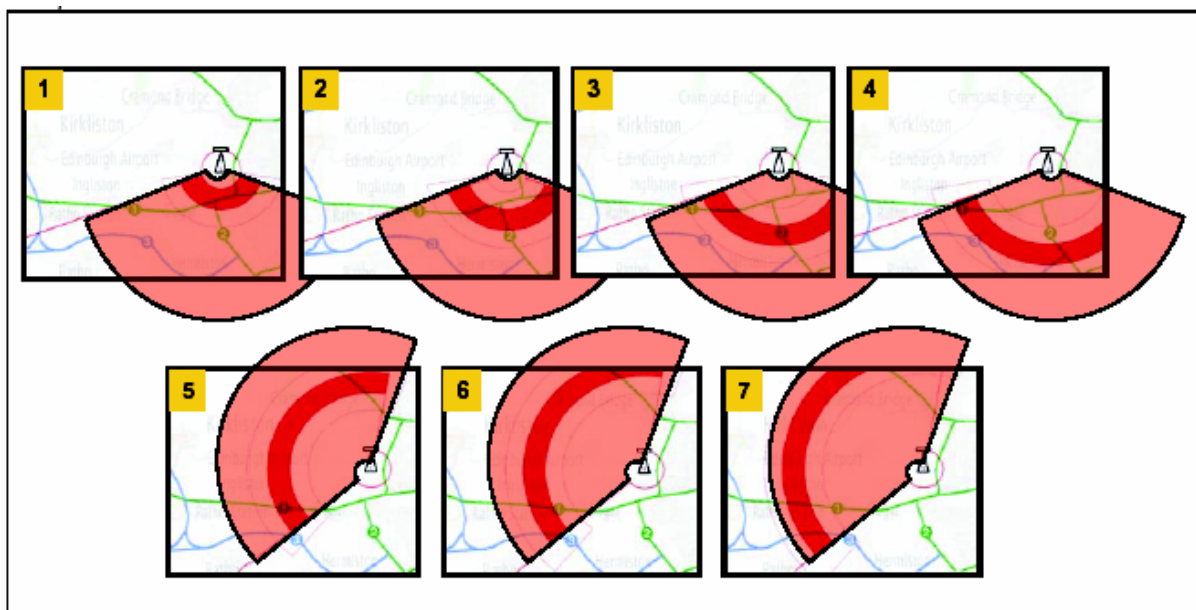
V případě užití **enhanced cell – ID** (zahrnutí TA informace) se musí mobilní telefon přesunout pouze do následujícího TA pásu (širokého 550m), aby GSM síť (a přídavné technologie) zaznamenaly pohyb. Mobilní telefon přitom může zůstat uvnitř jedné buňky.



Obr. 5: Schéma detekce pohybu mobilního tel.

Obr. 5 ukazuje pohyb mobilního telefonu, který je detekován při průjezdu každého **TA pásu**.

Užitím TA informace s GSM sítí lze tedy detekovat pohyb mobilního telefonu v každé ze sedmi naznačených sekvencí (1 - 4 v první buňce + 5 - 7 v druhé buňce).



Obr. 6: Schéma detekce pohybu mobilního tel.

Obr. 6 ukazuje stejný pohyb mobilního telefonu, jak byl prezentován v obr. 5. Zatímco užitím **enhanced cell – ID** s TA informací lze detekovat pohyb ve všech krocích 1 – 7, užitím **cell-ID** je možno detekovat pohyb pouze mezi kroky 4 a 5 (možnost lokalizace pohybu naznačena vybarvením celé buňky).

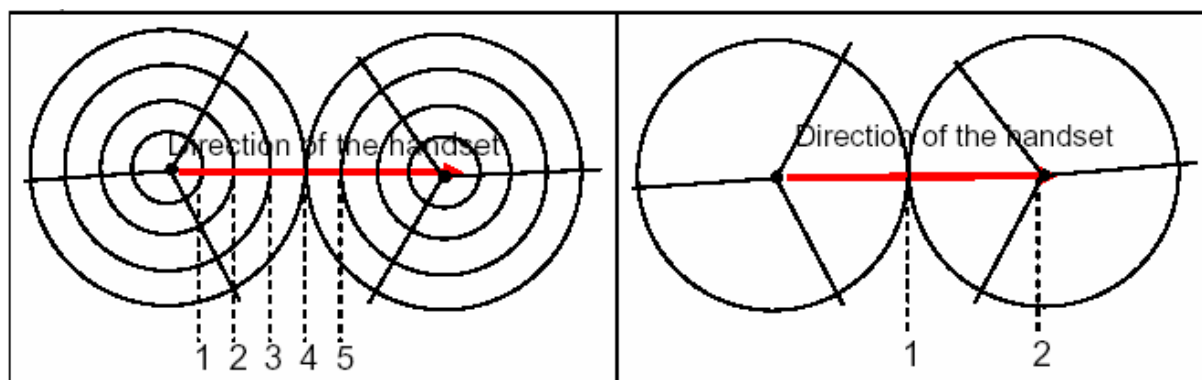
3.3.3 Frekvence měření

Užitím metody **enhanced cell - ID** se začleněním TA informace pro detekci pohybu mobilních telefonů dostaneme mnohonásobně větší počet „přechodových reportů“ o pohybu mobilního telefonu než v případě užití metody **cell – ID**.

Obě metody pracují s aktivními mobilními telefony (telefony, které jsou aktivní při hovoru, SMS). Obě metody spoléhají na fakt, že mobilní telefon bude aktivní dost dlouho, aby umožnil detekci „přechodového reportu“. S ohledem na vysvětlení výše „o přesnosti lokalizace mobilního telefonu“, je zřejmé, že **cell – ID** metoda potřebuje k získání dat delší dobu aktivního módu konkrétního telefonu, než metoda **enhanced cell - ID** se začleněním TA informace.

Enhanced cell – ID

cell-ID

*Obr. 7: Frekvence měření*

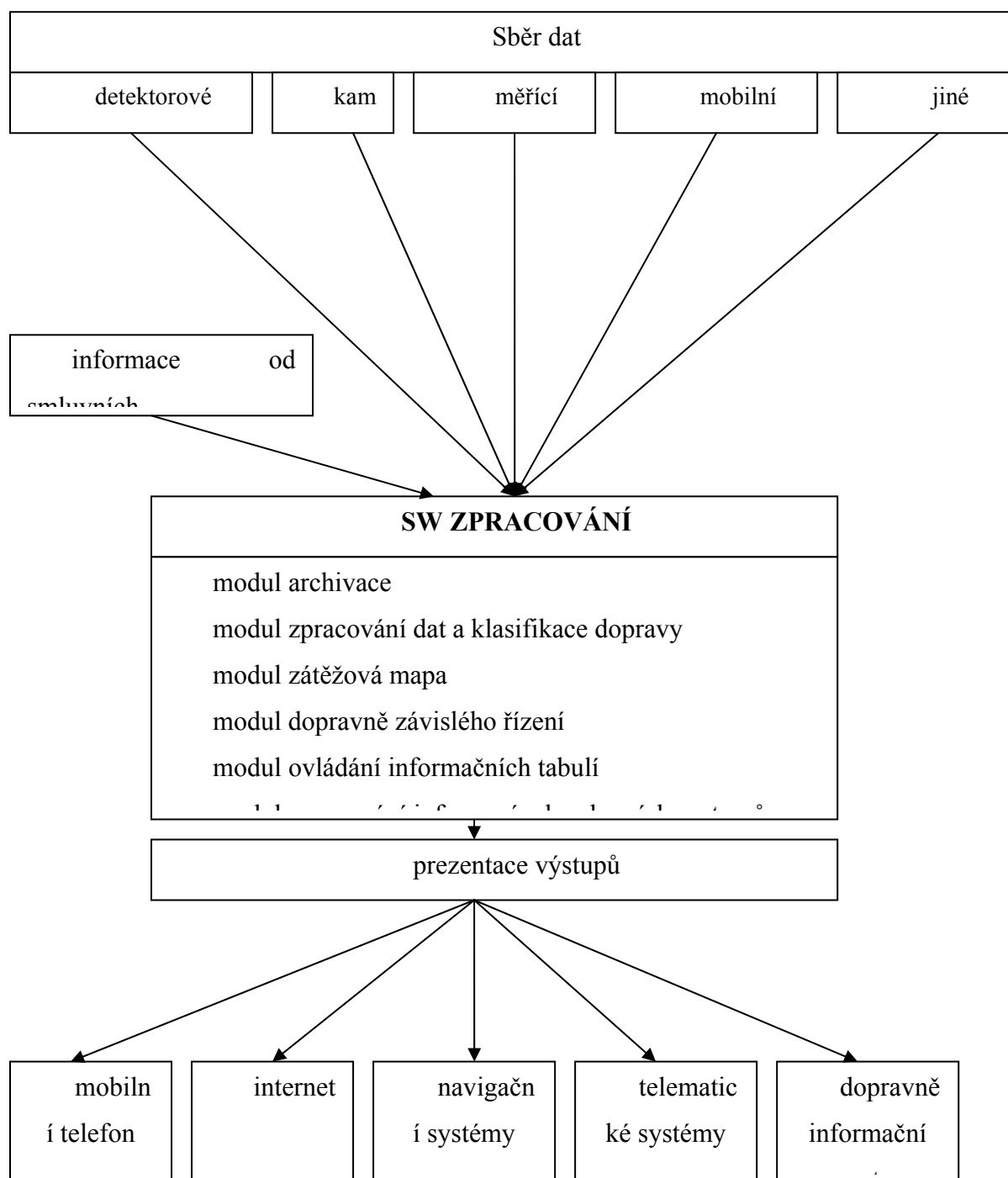
Užitím metody **enhanced cell - ID** se začleněním TA informace budou všechny pozice 1 až 5 body, které poskytnou „přechodové reporty“. Vzdálenost mezi těmito body je konstantní – 550m. V případě, že se bude telefon pohybovat rychlostí 75km/h, ujede 550m za 26,5s. Chceme-li aby mobilní telefon projel alespoň dva z bodů 1 – 5 a podal „přechodové reporty“ musí hovor trvat nejméně 53s. V této případové studii musí být telefon aktivní 53s aby podal informace.

Užitím metody **cell – ID** bude pohyb mobilního telefonu detekován pouze mezi body 1 a 2. Vzdálenost mezi těmito body je 2200m ($4 * 550$). Při rychlosti 75km/h pojede tuto vzdálenost mobilní telefon 106s. Chceme-li aby aktivní mobilní telefon projel body 1 a 2 a umožnil podat „přechodový report“, musí být mobilní telefon aktivní nejméně 212s. V této případové studii musí být telefon aktivní 212s, aby podal informace.

Technologie založené pouze na cell-ID dokáží zpracovávat malou část z totálního počtu uskutečněných hovorů, protože krátké hovory nepřinášejí žádné informace. Na druhou stranu technologie založené na Timing Advance – TA – jsou schopny zpracovávat velké množství hovorů, protože lze zpracovávat hovory již od délky trvání 53s.

4. Analýza možností využití dat o pohybu dopravního proudu

4.1 Struktura dopravního systému pro management dopravního proudu



Obr. 8: Struktura dopravního systému

4.2 Dopravní systém

Struktura systému je navržena jako stavebnicová (modulární) a jednotlivé moduly lze do systému vkládat na základě požadavku uživatele. Stejně tak je možno jednotlivé moduly přizpůsobit požadavku zdroji dat a následně i předávat data a informace ve zvoleném formátu jinému uživateli.

4.2.1 Sběr dat

Pro měření charakteristických veličin dopravního proudu se používá řada technických zařízení. Patří mezi ně oscilační detektory, infradetektory ultrazvukové detektory. Nerozšířenějšími jsou však indukční detektorové smyčky umístěné ve vozovce. V současné době se stále více využívá modernějších prvků detekce jako je videodetekce, získávání informací z mobilních telefonů apod.

4.2.2 Měřicí zařízení dopravního proudu

- detektorové smyčky – předpokládá se jejich využití zejména ve městech, kde je již v rámci výstavby světelné signalizace vybudována hustá síť
- kamery (videodetekce) – budou využity zejména na městské síti, která není pokryta detekčními smyčkami. Systém umožní použít jak informace z kamer pevných, tak z kamer pohyblivých.
- mobilní telefony

Veškerá čidla, která budou použita pro měření veličin dopravního proudu, jsou dále v dokumentaci popisována jako detektory.

4.2.3 Modul archivace

Naměřená data budou uchovávána pro další použití a pro statistické zpracování. Systém umožní výběr a zpracování vybraného časového období včetně grafického výstupu. Standardní je i export dat do tabulkových procesorů.

4.2.4 Modul zpracování dat a klasifikace dopravy

Klasifikace dopravy je kvalitativní měřítko pro podmínky charakterizující dopravu a také proto, jak jsou tyto podmínky vnímány a akceptovány řidiči a dalšími účastníky silničního provozu.

Dopravu lze klasifikovat dle číselných hodnot ve stupních (např. v Praze od 1 do 5) nebo písemnými symboly (v USA šest úrovní A - F).

Stupeň č. 1 - Po komunikaci se pohybují pouze jednotlivá vozidla, jízda je zcela plynulá, průměrná rychlost jízdy je zachována v rozmezí maxima stanoveného pravidly silničního provozu.

Stupeň č. 2 – Po komunikaci se pohybují malé skupinky vozidel, nevznikají kolony, provoz je zcela plynulý; plynulé a průběžné je také odbavování vozidel, která zastavují v jednotlivých směrech na světelně řízených křižovatkách. Výjezd z jednotlivých směrů světelně řízených křižovatek je při zeleném signálu úplný. Průměrná rychlost se snížila a maximálního rychlostního limitu již nelze dosáhnout ve všech sledovaných úsecích.

Stupeň č. 3 – Po komunikaci se pohybují proudy vozidel, provoz je plynulý, ale vyznačuje se sníženou průměrnou rychlostí, která již v žádném úseku nedosahuje předpisem stanoveného maximálního rychlostního limitu. Odbavování vozidel, která zastavují v jednotlivých směrech na světelně řízených křižovatkách je na její hranici kapacity.

Stupeň č. 4 – Po komunikacích se pohybují kolony vozidel, provoz postrádá plynulosti a vyznačuje se výrazně sníženou průměrnou rychlostí. Výjezd ze všech řízených křižovatek je narušen, vznikají proudy vozidel, které nelze v žádném případě, ani při využití fyzického řízení dopravy, beze zbytku odbavit.

Stupeň č. 5 – Na komunikacích stojí nebo jen sporadicky a velmi pomalu se pohybují kolony automobilů. Provoz se téměř zastavil. Na křižovatkách dochází ke kongescím ve všech směrech k odbavení a výjezdu jen jednotlivých vozidel. Průměrná rychlost se snižuje na minimum. Situaci lze označit za dopravní kolaps.

Modul zpracování dat a klasifikace dopravy dopravního systému jsou koncipovány tak, že umožní zpracovat, případně dopočítat, všechny potřebné veličiny popisující charakteristiku dopravního proudu, tj. intenzitu, hustotu a rychlost z libovolného typu detektoru – detekční smyčky, videodetekce, tabule měřící rychlost, mobilní telefony apod.

Všechny detektory, resp. jejich naměřené hodnoty, jsou trvale systémem testovány na poruchovost. V případě zjištění poruchy jsou jejich hodnoty automaticky vyjmuty z procesu vyhodnocování. Po odstranění poruchy na detektoru jsou hodnoty automaticky zařazeny do vyhodnocování. O stavu porouchaných detektorů je vedena přehledná tabulka.

Systém vyhodnocuje a klasifikuje situaci v dopravě na základě minimálně dvou naměřených veličin charakterizujících dopravní proud.

Silniční síť je rozdělena do charakteristických úseků, ke kterým jsou přiřazeny strategické detektory charakterizující daný úsek. Současně systém umožňuje volit varianty strategických detektorů (poruchy detektorů, kamer apod.) s individuální možností nastavení hranic pro stanovení klasifikátorů dopravy.

Vlastní klasifikace probíhá tak, že do předem naladěné tabulky jsou promítnuty aktuálně naměřené hodnoty (obr. 9), které se pak graficky zobrazují na zátěžové mapě. Vzhledem k tomu, že naladění tabulky je nejdůležitějším a rozhodovacím stupněm a výsledky celé další práce jsou od toho závislé, je celý tento modul podporován podrobnou a přehlednou statistikou (obr. 10).

Klasifikace dopravního proudu standardně probíhá automaticky každých 5 minut, lze ji však na přání uživatele změnit.

Schéma : 078 Legerova - Vinohradská.wmf Načti

Úsek : 16 Úsek : 15 Úsek : 53 Úsek : 52

Úsek : 12 Rozšíření výpočtu stupně Úsek : 0 Nový úsek Aktivní
Smaž úsek

Varianta/Detektory

	70	71	72	73			
A 1	70	71	72	73			
2	73						

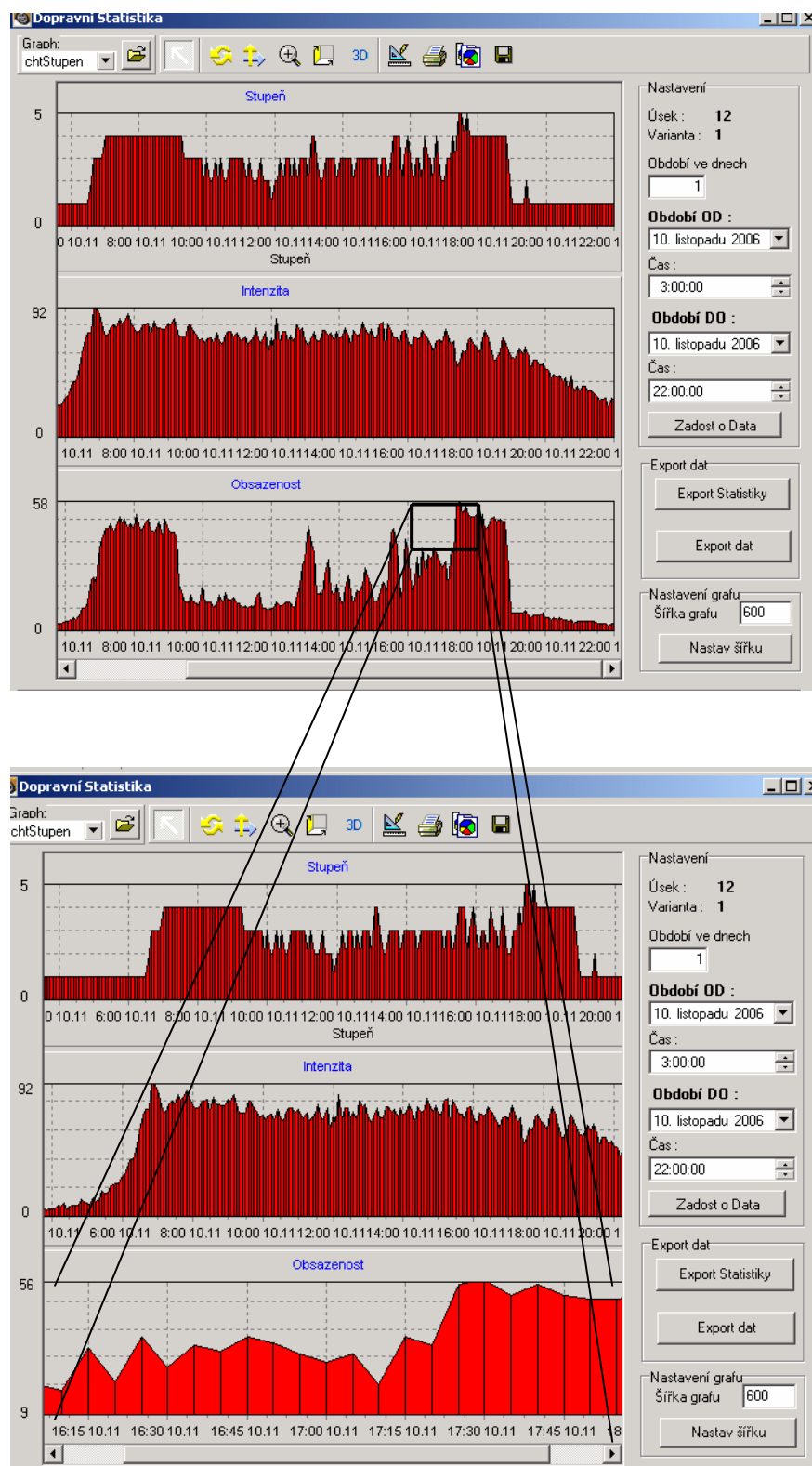
Nastavení profilu

70	2	3	3	4	4	Intenzita	70
64	2	2	3	4	4	Obsazenost	47
40	1	2	3	4	5	Stupeň	4
17	1	2	5	5	5	Tunel	4
0	1	2	5	5	5		

Uložit

Modifikovaný obsazenost det [%]

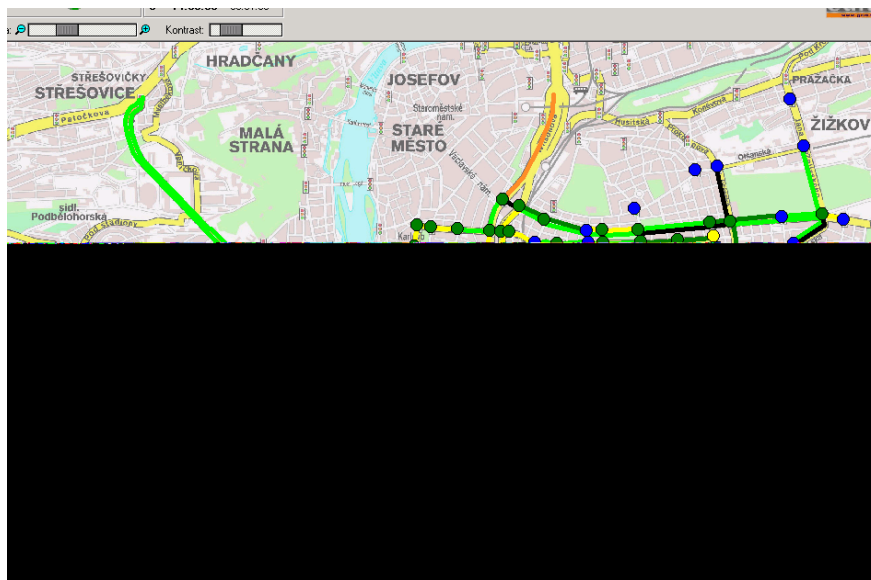
Obr. 9: Ukázka návrhu zobrazení naměřených hodnot



Obr. 10: Statistika

4.2.5 Modul zátěžová mapa

Základním výstupem dopravního systému o situaci v silniční dopravě je tzv. Zátěžová mapa (viz obr. 11).



Obr. 11: Ukázka zátěžové mapy








Funkce zátěžové mapy:

- automatické zobrazování stupňů dopravy na definovaných úsecích
- zoom
- vazba na televizní dohled
- aktuální informace dopravních charakteristik daného úseku
- zobrazení mimořádných situací se stručnou charakteristikou
- akustická signalizace na mimořádných dopravních situacích

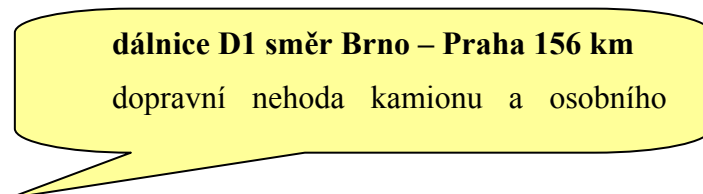
Na zobrazené silniční síti jsou barevnou škálou zobrazeny vyhodnocené dopravní situace získané automaticky z dopravních detektorů. Informace jsou automaticky aktualizovány dle daného časového intervalu; v praxi se jako optimální ukazuje časový interval 5 minut. Zátěžová mapa dále zobrazí mimořádné dopravní situace se stručnou charakteristikou a dopravní omezení a uzavírky s termíny. Zátěžová mapa je konfigurována tak, aby pro získání podrobnějších informací bylo možno zátěžovou mapu zvětšovat (zoom).

Z přehledu základní situace silniční sítě ČR se uživatel zvětšováním mapy dostává k podrobnějším informacím o dopravní situaci.

Situace v dopravě na silniční síti bude zobrazována v barevné stupnici:

	stupeň 1
	stupeň 2
	stupeň 3
	stupeň 4
	stupeň 5
	informace nejsou k dispozici
	komunikace uzavřená

Dále budou do podkladu mapy zaneseny mimořádné události, které způsobily nepříznivou dopravní situaci. Kliknutím na dopravní značku pak stručná charakteristika (obr. 12).



Obr. 12: Ukázka informace o mimořádné dopravní situaci

Dopravní systém umožňuje ke každému definovanému úseku přiřadit kameru(y), která bude mít předdefinované pozice a v případě vyhodnocení mimořádné dopravní situace bude

automaticky přestavěna do místa dopravního problému. Toto má zásadní význam zejména při řešení dopravní situace v městských aglomeracích.

Mimořádná dopravní situace zobrazená na zátěžové mapě je dále avizována akustickým signálem.

4.2.6 Moduly pro komunikaci s telematickými systémy

4.2.6.1 Modul dopravně závislého řízení

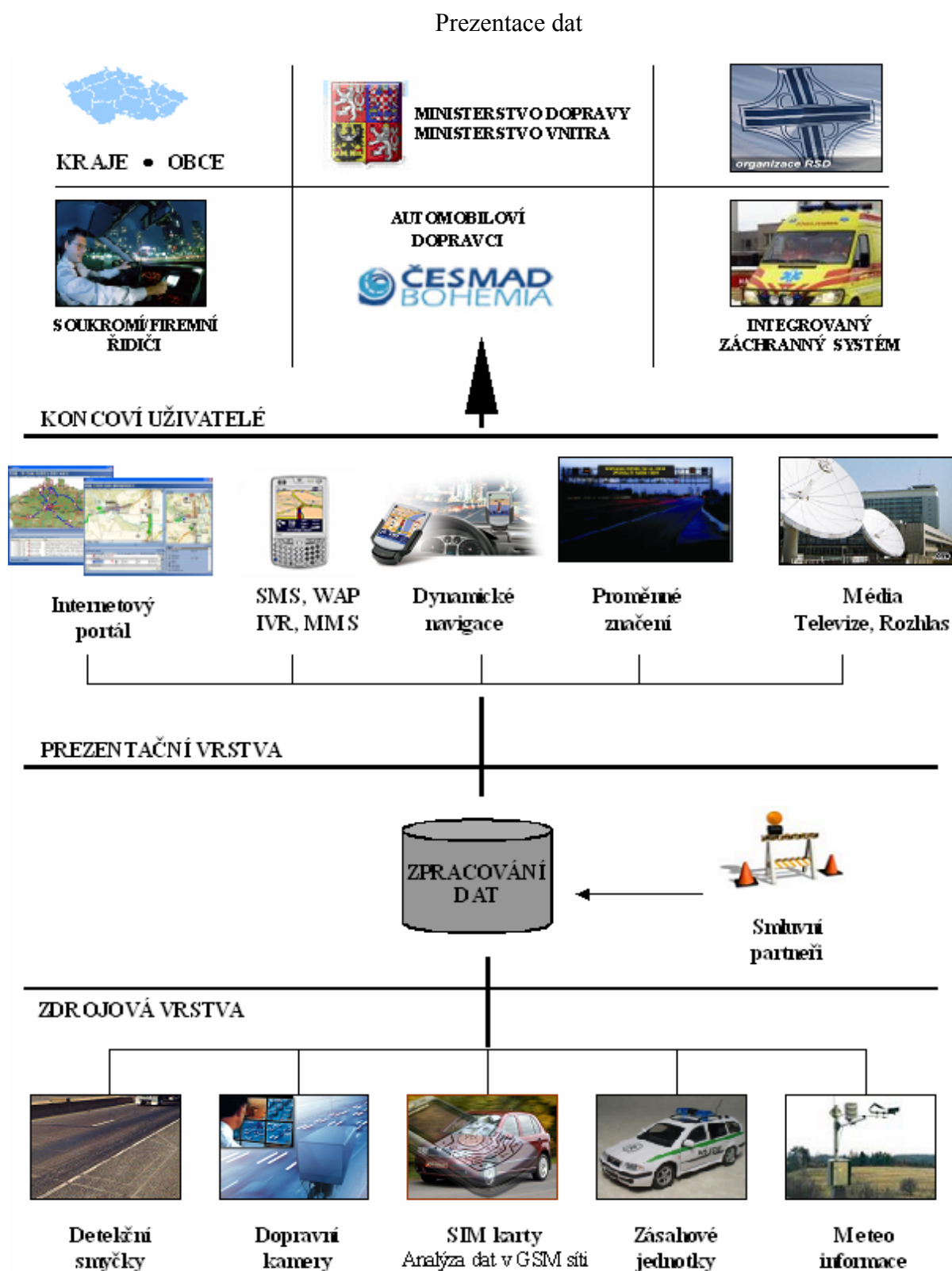
Modul využívá zpracovaná data z klasifikátoru dopravy. Pro danou dopravně závislou oblast je definována množina možných, případně pravidelně se opakujících dopravních situací, na které je třeba reagovat změnou programů na světelné signalizaci. Dopravní situace jsou definovány a stejně tak je definována i jejich priorita. Systém pracuje automaticky nebo může provádět doporučení (akusticky).

4.2.6.2 Modul ovládání informačních tabulí

I tento modul využívá hodnot z klasifikátorů dopravy. Ke každé informační tabuli jsou přiřazeny úseky komunikací. Každá dopravní situace má svou prioritu.

4.2.6.3 Modul zpracování informací od smluvních partnerů

Do automatického zpracování a prezentace je důležité doplnění o informace a data i dalších složek (policie, magistráty a městské úřady, správy komunikací apod.). Jedná se zejména o informace uzavírek a jejich termínů, dopravních nehod se stručnou charakteristikou a předpokládaným termínem zprovoznění silniční sítě apod.



Obr. 13: Prezentace dat

4.3 Přenos informací uživatelům

V této části mé diplomové práce jsou popsány telematické aplikace, které lze využít pro informování účastníků dopravy. Je nutné zmínit, že se nejedná pouze o teoretické návrhy, ale o řešení, která jsou v současné době realizována.

4.3.1 SMS

Zobrazení požadovaných dat je možné na mobilním telefonu (např. na dotaz pomocí SMS). Formát jednoduché textové zprávy bude obsahovat lokalizaci kongesce, její délku a hodnotu předpokládaného zpoždění. Za jízdy může být informace předávána akusticky (pomocí „hands free“ systémů).

4.3.2 Dopravní informace pomocí GPRS

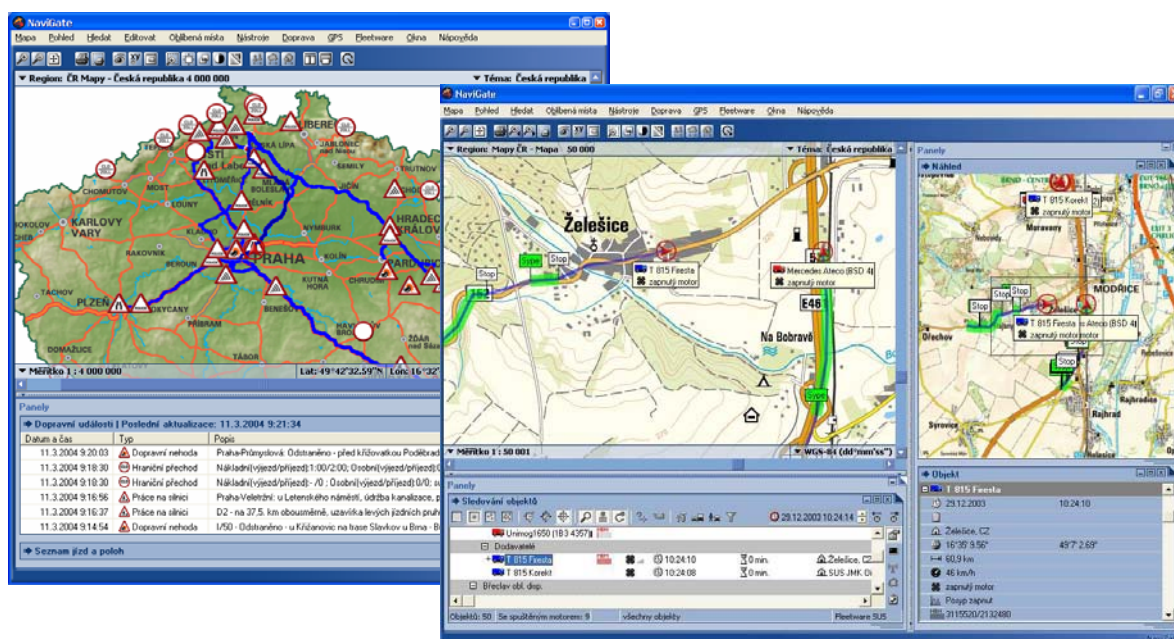
V současnosti se připravuje Dynamická Navigační Služba, která předpokládá zasílání relevantních mapových podkladů s dopravními informacemi a s vypočtenými trasami pomocí GPRS.



Obr. 14: Výstupy na mobilní telefon

4.3.3 Systémy Real-time sledování vozového parku

Data RoDIN24 doplní stávající systémy fleetmanagementu (Fleetware GPS/a-GPRS) o aktuální dopravní data, která umožní dispečerům vozidlových flotil optimalizovat trasy vozidel na základě právě platných podmínek.



Obr. 15: Možnosti spolupráce současných aplikací s daty

4.3.4 Dynamická navigace

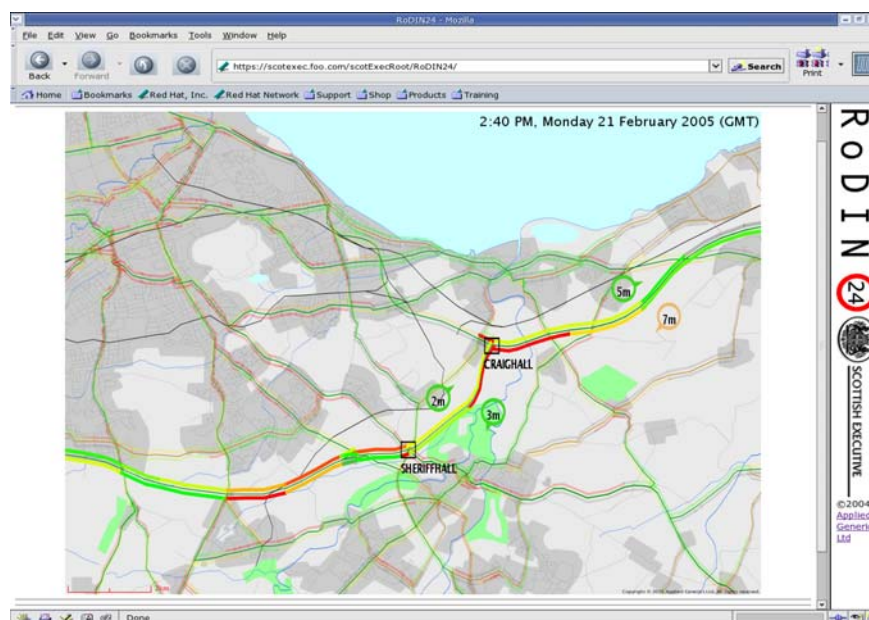
Další možnost využití dat představují dynamické navigace. V současné době mají budoucí provozovatelé dynamických navigací připravené technologie pro jejich uvedení do provozu. Chybí pouze stabilní a aktuální dopravní data. Tato oblast je velice perspektivní, a to ze dvou důvodů. Za prvé poskytuje systém tři základní informace, se kterými dynamické navigace pracují. Jedná se o lokalizaci, velikost kongesce a časovou ztrátu způsobenou kongescí. Za druhé se v následujících letech předpokládá prudký nárůst užívání dynamických navigací v osobních automobilech.



Obr. 16: Možnosti spolupráce současných aplikací s daty

4.3.5 Internetový portál

Internetová aplikace umožní plánování tras komerčních vozidlových flotil, resp. soukromých uživatelů. Ideálně se stane součástí webového rozhraní JSDI.



Obr. 17: Internetový portál. Barevně jsou znázorněny odchylky od normálního stavu a jejich vyčíslení v minutách.

5. Návrh konkrétního řešení pro management dopravního proudu

Konkrétní řešení pro management dopravního proudu v mé diplomové práci se zabývá modulem získávání dat z GSM sítí, jejich zpracováním a prezentací řidičům prostřednictvím proměnného dopravního značení a informací zasílaných opět pomocí GSM systému.

Mnou navrhnuté řešení by bylo možné aplikovat především na dálniční síť a rychlostní komunikace.

5.1 Funkce systému

Systém využívá data poskytovaná smluvními partnery, především mobilními operátory, z kterých je možné zjistit parametry provozu dané komunikace. Tyto poskytnuté údaje jsou zpracovány pomocí výpočetní techniky a dále prezentovány prostřednictvím proměnného značení konečnému uživateli, který je informován prostřednictvím sms zpráv o aktuálních změnách. Systém zpracovává data o pohybu vozidel založených na technologii „**location based on enhanced Cell-ID**“ (lokalizace založená na zdokonalené GSM buňce), která poskytuje přesné údaje o pohybu jednotlivých mobilních telefonů. Z těchto údajů je možné zjistit stav dané komunikace, především **rychlost pohybu účastníků dopravy**.

Tyto informace je možné dále zpracovat a interpretovat je do podoby ohodnocení okamžitého stavu rychlosti vozidel pohybujících se po komunikaci na jednotlivých úsecích.

Systém bude schopen z těchto údajů reagovat a to:

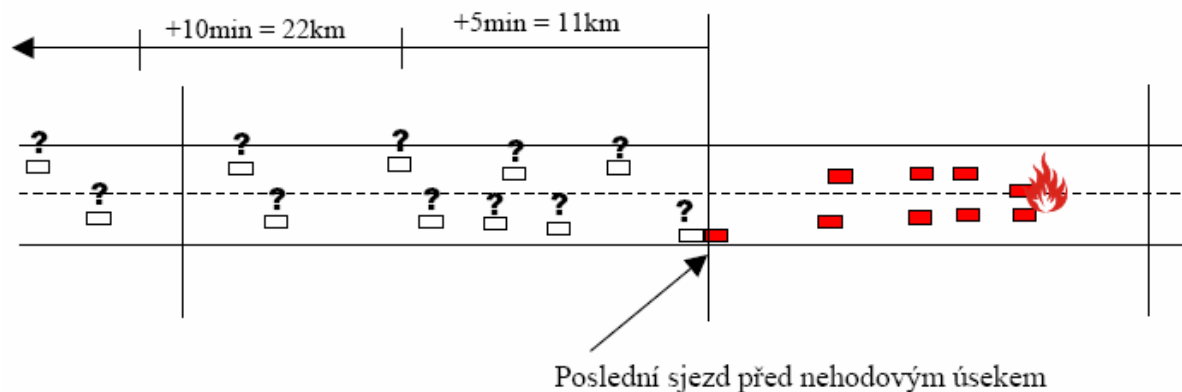
- upozorněním na dopravní problém
- návrhem jeho řešení
- podáním aktuální informace o změně a stavu komunikace

5.2 Základní požadavky na systém

5.2.1 Rychlost

Pro potřeby dynamického řízení dopravního proudu musí systém identifikovat dopravní problém v co nejkratším čase. Účelem systému je informovat řidiče, kteří se bezprostředně blíží k poslednímu sjezdu před krizovým úsekem. Prakticky to znamená nutnost informování účastníků dopravy v řádech minut (od vzniku dopravního problému). Při rychlosti 130km/h

ujede vozidlo za 5min. 10,8 km, což znamená, že s každým 5ti minutovým zpožděním, kdy informace systém nepodává, vjede do úseku dopravního problému cca 11km dlouhá kolona vozidel.



Obr. 18: Tvoření kolony

Z předchozích údajů vyplývá, že čas, během kterého je systém schopen podat informaci o dopravním problému od jeho vzniku, je zásadním ukazatelem využitelnosti telematických systému pro dynamické řízení dopravního proudu.

Potřebné informace lze získat z:

- 1. profilových zdrojů dat**
- 2. liniových zdrojů dat**

1. profilové zdroje

Profilové zdroje dat o chování DP s možností identifikace vozidel:

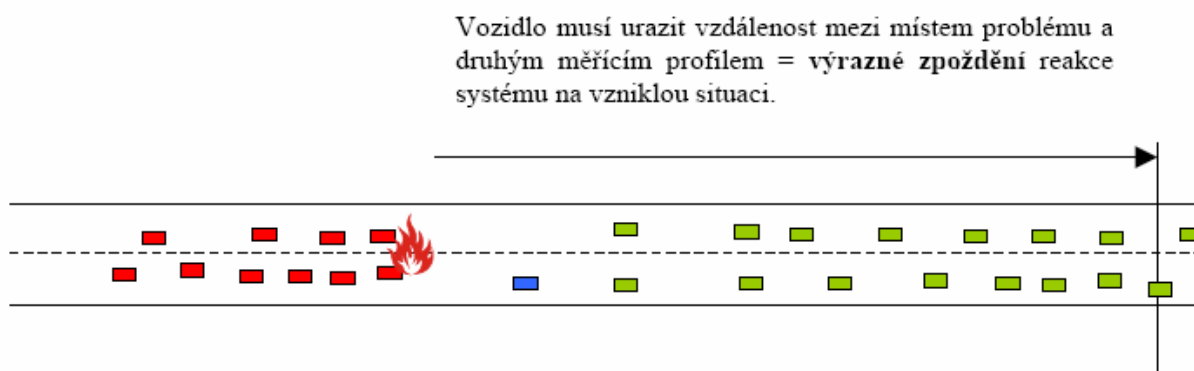
- data z mikrovlnného systému pro EFC,
- kamerové systémy umožňující rozpoznávání registračních značek vozidel,
- systémy pro lokalizaci SIM karty při přechodu mezi buňkami GSM sítě.

Jsou schopny provádět rozhodnutí na základě informací o:

- výskytu a rychlosti stejného vozidla (nutná identifikace vozidla) při vjezdu do monitorovaného úseku,
- výskytu a rychlosti konkrétního vozidla při výjezdu z úseku,
- absenci vozidla, které systém na výjezdu očekává.

Porovnáním času vjezdu a výjezdu řady konkrétních vozidel může systém **zpětně** vyhodnocovat cestovní časy v jednotlivých úsecích. V případě zastavení může systém toto zastavení identifikovat teprve, když vyhodnotí absenci více vozidel, která již na výjezdu očekával.

Velikost této prodlevy bude závislá na průměrné rychlosti DP a vzdálenosti mezi lokací problému a výjezdovým měřicím profilem. Čím bude tato vzdálenost větší a průměrná rychlost DP menší, tím se bude načítat zpoždění možnosti reakce systému na vzniklý dopravní problém. Může se jednat až o desítky minut.



Obr. 19: Vzdálenost mezi místem problému a měřicím profilem

2. liniové zdroje

Liniové zdroje dat o pohybu dopravního proudu jsou například:

- data ze satelitních systému pro EFC,
- systémy plovoucích vozidel (FCD),
- systém pro sledování pohybu SIM karet v GSM síti na základě TA technologie.

Poskytují přesné informace o chování DP v řádech sekund za všech podmínek a ve všech místech komunikace a tudíž zde problém nevyhovující doby dodání informace o dopravním problému odpadá. Liniové zdroje navíc poskytují možnost sledovat pohyb DP na objízdných trasách. Profilové zdroje zde zpravidla nebývají instalovány.

Z uvedených faktů vyplývá, že systémy založené na Profilových zdrojích informací nelze použít pro dynamické řízení DP, resp. efektivní informování účastníku dopravy.

Oproti tomu zdroje založené na Liniovém sběru dat jsou pro účely dynamického řízení DP naprosto vyhovující a poskytují nenahraditelný nástroj ke zvýšení plynulosti a bezpečnosti

silničního provozu. Tyto skutečnosti výrazně specifikují možnosti výběru poskytování dat pro můj systém. Z výše uvedených skutečností jsem se proto rozhodl použít zdroj dat získaných technologií sledování pohybu SIM karet v GSM síti (location based on enhanced Cell-ID).

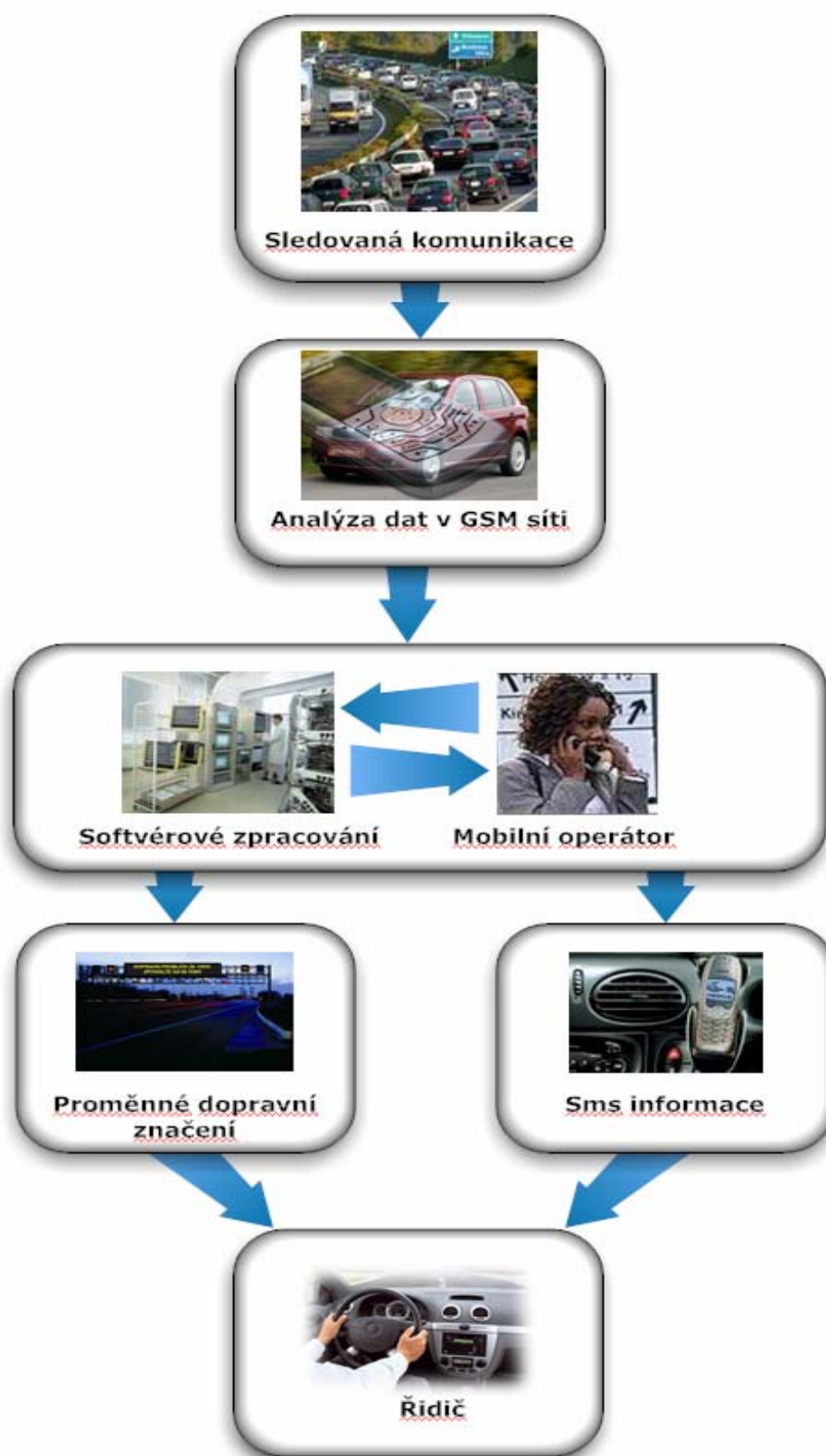
5.2.2 Dostupnost informací

Systém musí neprodleně informovat řidiče o jakékoliv změně či problému na komunikaci. Jednou z možností, jak dopravit potřebnou informaci k řidiči, je použití proměnného dopravního značení a zároveň zaslání informace o změně stavu na komunikaci prostřednictvím sms zprávy.

5.2.3 Požadavky na obsah informací

Řidiči pohybující se po komunikaci z místa A do místa B jde především o co nejkratší čas a vzdálenost potřebné pro ujetí této vzdálenosti, o pohodlnost a bezpečnost na této trase. Je proto nutné řidiče nejen upozornit na daný problém na komunikaci, ale také mu navrhnout adekvátní řešení. To je nutné provést v takovém předstihu, aby se řidič mohl v danou chvíli správně a bezpečně rozhodnout. Systém musí být schopen nejen řidiči přikazovat, jakým způsobem se má na daném úseku komunikace chovat (rychlostní omezení), ale také, kdy má komunikaci opustit (číslo exitu) a použít jinou. Tato skutečnost by měla být doplněna o aktuální zobrazení informace možného opětovného návratu na danou komunikaci, společně s sms informací o každé změně této skutečnosti. Pozornost řidiče a doba reakce na dané upozornění mohou být ovlivněny nejrůznějšími faktory jako je únava, počasí, denní doba apd., proto je vhodné řidiče upozornit s dostatečným předstihem. Tento fakt je možné vyřešit umístěním proměnného dopravního značení nejen na příslušný sjezd z komunikace ale umístit proměnné značení s dostatečným předstihem i před místo, ve kterém by měl řidič danou akci provést.

5.3 Struktura systému



Obr. 20: Toky dat v systému

5.3.1 Toky dat v systému

Z obrázku 19 je patrné, že v systému je nezbytná komunikace mezi jednotlivými bloky. Tato komunikace bude probíhat na jednotlivých úrovních. Data získaná prostřednictvím lokalizace mobilního telefonu a založená na zdokonalené buňce (**enhanced cell – ID** - zahrnutí TA informace) budou prostřednictvím mobilního operátora předána k softwarovému zpracování, ze kterého bude možné určit aktuální stav na komunikaci (jde především o rychlost DP). Z těchto údajů bude možné ohodnotit jednotlivé úseky sledované komunikace a přiřadit jim ohodnocení podle stupnice. Ze stavu úseků se dále vyhodnotí, jakým způsobem, kde a v jaké formě budou řidiči získané informace předávány. Předání informace od řídicího střediska k řidiči a tabulím s proměnným dopravním značením bude probíhat prostřednictvím mobilního operátora formou sms zprávy která bude obsahovat kód informace zobrazující se na tabuli.

5.4 Klasifikace dopravy

Stupnice je záměrně zvolena s 5-ti stupni. Tyto stupně jsou ohodnoceny číslicemi 1 - 5 a to tak že:

Stupeň č. 1 - Po komunikaci se pohybují pouze jednotlivá vozidla, jízda je zcela plynulá, průměrná rychlost jízdy je zachována v rozmezí maxima stanoveného pravidly silničního provozu.

Stupeň č. 2 – Po komunikaci se pohybují malé skupiny vozidel, nevznikají kolony, provoz je zcela plynulý; plynulé a průběžné je také odbavování vozidel, která opouštějí komunikaci na jednotlivých sjezdech. Průměrná rychlost se snížila a maximálního rychlostního limitu již nelze dosáhnout ve všech úsecích.

Stupeň č. 3 – Po komunikaci se pohybují proudy vozidel, provoz je plynulý, ale vyznačuje se sníženou průměrnou rychlostí, která již v žádném úseku nedosahuje předpisem stanoveného maximálního rychlostního limitu

Stupeň č. 4 – Po komunikacích se pohybují kolony vozidel, provoz postrádá plynulosti a vyznačuje se výrazně sníženou průměrnou rychlostí. Výjezd na sjezdech je narušen, vznikají

proudy vozidel, které nemohou v žádném případě, ani při využití fyzického řízení dopravy, beze zbytku odbavit.

Stupeň č. 5 – Na komunikacích stojí nebo jen sporadicky a velmi pomalu se pohybují kolony automobilů. Provoz se téměř zastavil. Na komunikaci a na výjezdech dochází ke kongescím. Průměrná rychlost se snižuje na minimum. Situaci lze označit za dopravní kolaps.

Tato stupnici je takto ohodnocena záměrně, aby alespoň částečně došlo ke sjednocení hodnotících stupňů s již zavedenými stupnicemi viz. kap. 4.2.4. Je tudíž nutné určit také jednotlivé úseky komunikace, které je nutné ohodnotit.

5.5 Volba úseků

Každý úsek komunikace by měl být zvolen tak, že se na jeho začátku nachází sjezd z komunikace pokud možno s co největší kapacitou sjezdu a zároveň na jeho konci by se měl nacházet nájezd na komunikaci s podobnou kapacitou. Délku úseku by bylo vhodné zvolit podle dané topografie komunikace s přihlédnutím i na výskyt dopravních nehod v jednotlivých místech. Je také nutné úsek zvolit tak, aby při odklonu dopravy z daného úseku nedocházelo k přílišnému zatěžování okolních komunikací a co možná k nejrychlejšímu návratu DP zpět na původní trasu. Tento fakt je ovšem limitován počtem potřebných tabulí s proměnným dopravním značením (především ekonomické hledisko) a také volbou objízdné trasy. Na začátku každého úseku musí být instalováno zařízení (proměnné dopravní značení), které zprostředkuje přenos informace k řidiči a zároveň před tímto úsekem, další duplicitní zařízení, které bude řidiče informovat v dostatečném předstihu o změně stavu a poskytne řidiči čas na vyhodnocení této informace.

5.6 Algoritmus výběru poskytnutých informací

Je zřejmé, že řidiči musíme předložit informaci, která bude obsahovat pokyny, jak se má na daném úseku chovat, popřípadě navrhnout řešení, které je řidič schopen akceptovat. To znamená, že před každým úsekem, ke kterému se řidič blíží, musí dostat informaci. Musíme tedy rozhodnout jakou informaci je nutné řidiči předložit, popřípadě jaké nařízení se musí zobrazit na proměnném dopravním značení.

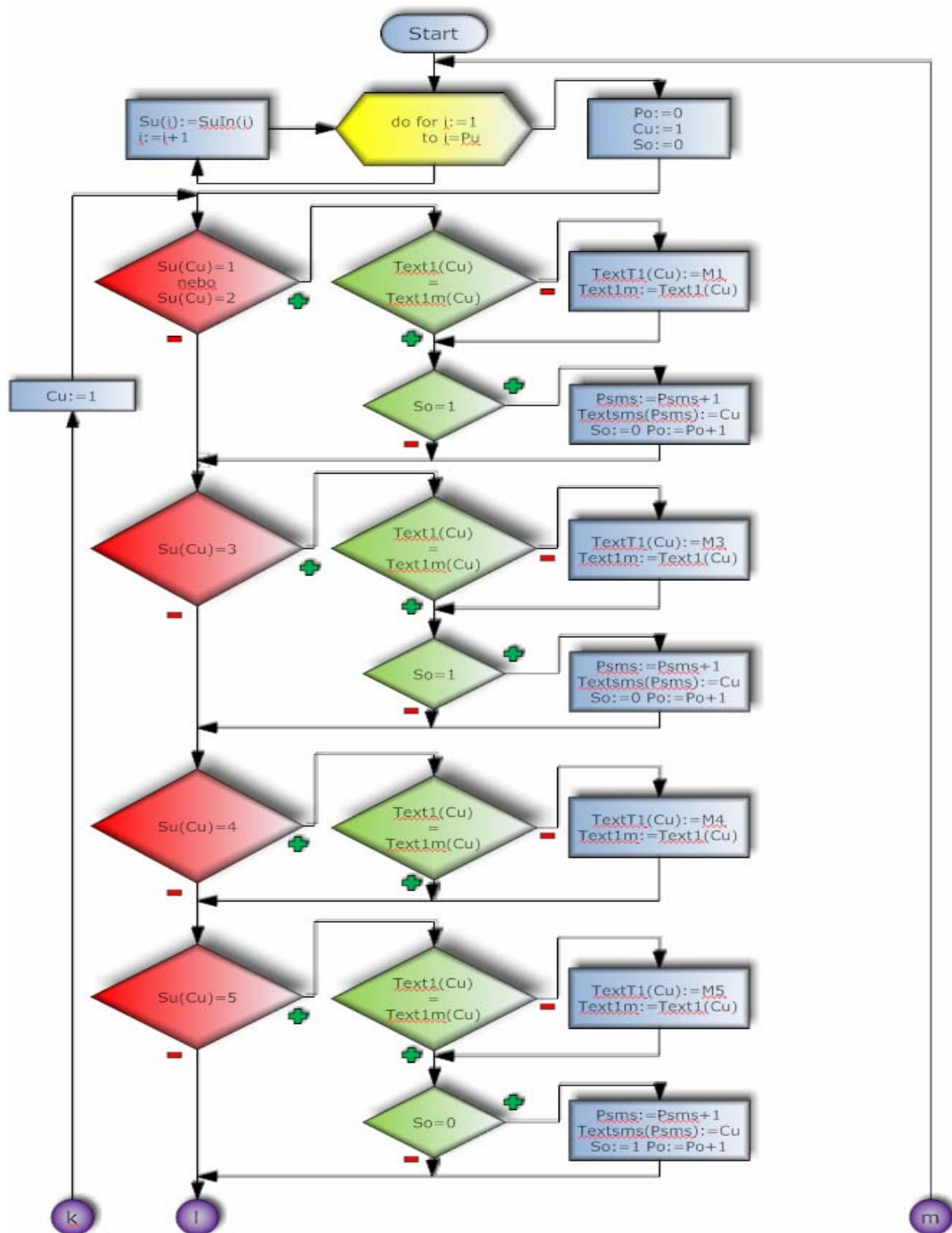
Tuto činnost je možné počítačově zpracovat a při jakékoli změně stavu systému zareagovat příslušnou aktualizací zveřejňovaných dat v řádu několika sekund.

5.7 Doplnková služba řidiči

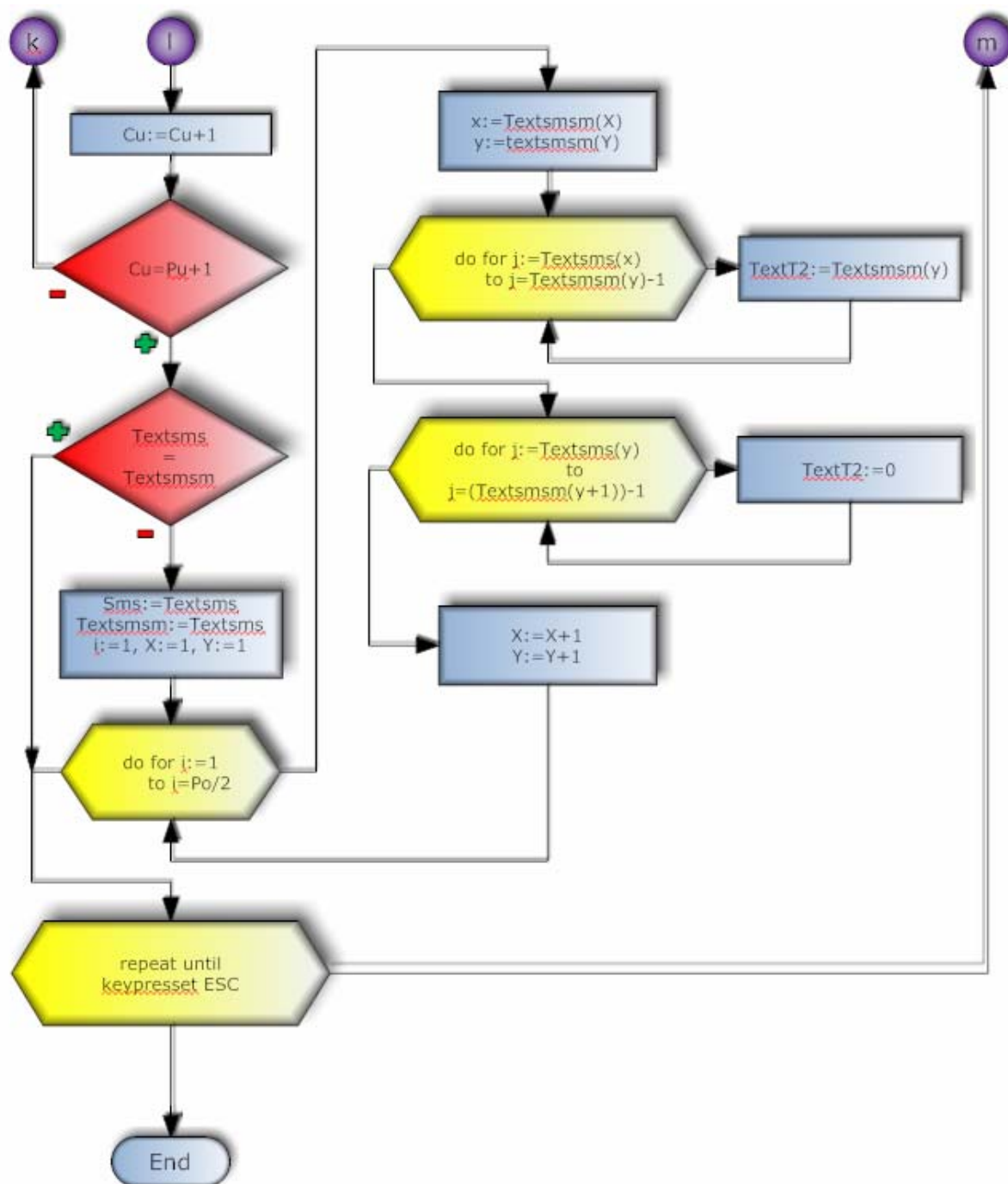
Jednou z možností, jak zkvalitnit systém poskytování dat o stavu na dané komunikaci, je poskytnout informace řidiči předem, než se k danému problematickému místu dostane. Mnou navržený systém proto obsahuje modul, který řidiči prostřednictvím sms poskytne aktuální informace o celém stavu dané komunikace a nejen o stavu na dalším úseku s informací o možném návratu. Je totiž pravděpodobné, že se v průběhu doby, co se řidič pohybuje mimo danou komunikaci (objízdná trasa), se aktuální stav již změnil. Tento fakt se řidič ovšem nemůže bez dodatečné informace dozvědět, proto systém na tento fakt zareaguje zasláním aktuální informace k řidiči prostřednictvím sms zprávy, kterou si bude řidič moci zobrazit na svém mobilním telefonu prostřednictvím hands-free a java aplikace.

O tom, kdy a za jakých podmínek tato služba bude provozována, je možné vést dlouhé úvahy, např. zda tuto službu poskytovat bezplatně jako součást systému nebo ji zprostředkovat pouze placenou, nebo jaká by měla být doba trvání této služby apod. Tvar zasláné sms zprávy bude obsahovat všechna nutná čísla sjezdů a možných návratů na komunikaci po celou vyšetřovanou délku komunikace (všechny úseky). Sms zpráva bude obsahovat dvojice čísel, první z každé dvojice těchto čísel je číslo sjezdu daného úseku a druhé je číslo nájezdu, kde se může řidič na komunikaci vrátit.

5.8 Vývojový diagram



Obr.21. První část vývojového diagramu pro softwarové řešení



Obr.22: Druhá část vývojového diagramu pro softwarové řešení

Vývojový diagram popisuje hrubou strukturu programu, jenž by měl být schopen řešit aktuální situaci na komunikaci a podávat o ní přesné a aktuální informace.

Popis vývojového diagramu :

- Puproměnná udávající počet úseků komunikace
- Cu.... proměnná udávající číslo úseku
- Po.... proměnná udávající počet objížděk
- So....proměnná udávající stav objížděky(So=1 objížděka)
- Text1.... proměnná typu array udávající sled hodnot na daných úsecích
- Text1m.... proměnná typu array udávající sled hodnot na daných úsecích v paměti pro porovnání s předešlou hodnotou
- TextT1.... proměnná udávající, jaká data se mají zaslat na tabuli s proměnným dopravním značením (pro: snížení rychlosti, opuštění komunikace)
- TextT2.... proměnná udávající, jaká data se mají zaslat na tabuli s proměnným dopravním značením (možnost návratu komunikaci)
- Textsms.... proměnná udávající tvar sms zprávy
- Textmsm.... Pomocná proměnná udávající tvar sms zprávy

Po spuštění programu se musí načíst hodnoty stavu na daných úsecích 1- Pu a přiřadit jejich hodnoty jednotlivým proměnným Cu (1-Pu). Tato operace je v diagramu popsána uzavřeným cyklem „do for i:=1 to i=Pu“. Dále je nutné nastavit hodnoty proměnných Cu:=1, So:=1, Po:=1. Následuje rozhodování, jaký je stav na úseku 1. Pokud je na stupni 1 nebo 2, tak se provede další rozhodování, pokud je tato informace již zobrazena na tabuli s proměnným dopravním značením na tomtéž úseku „Text1(Cu)=Text1m(Cu)“ při prvním spuštění, je tato podmínka nepravdivá a proto se provede odeslání Text1(Cu)na tabuli1 úseku Cu „TextT1(Cu):=M1“. Přičemž M1 je kód pro proměnné dopravní značení, které podle hodnoty sms zprávy zobrazí danou informaci pod kódem M1. Do proměnné Text1m se načte hodnota Text1 „Text1(Cu):=Text1m(Cu)“. Tato operace ošetří pozdější opětovné zaslání stejného kódu na tutéž tabuli, informace pod tímto kódem se na tabuli bude zobrazovat až do zaslání nového kódu. Výrazně se tím sníží počet nutných zaslání zpráv potřebných pro komunikaci mezi mobilním operátorem a jednotlivými tabulemi. Dalším krokem je určení, zda se již nenacházíme na objízdné trase (podmínka „So=1“). Jestliže ano, nastaví se So opět

do muly „So:=1“, jelikož stav úseku, na kterém se nacházíme, je možné bez problémů projet. Pozice v sms správě se zvýší o jeden a na tuto pozici se zapíše číslo úseku, na kterém se bude možno zpět vrátit na komunikaci „Psms:=Psms+1, Textsms (Psms):=Cu “. Jestliže se ovšem stav úseku Su(Cu) rovná 3, bude provedeno druhé rozhodování velice podobné tomu předchozímu, pouze s rozdílem, že se na tabuli (Cu) pošle kód M3 (kód M3 může být zobrazením limitu maximální rychlosti na 90km/h s upozorněním na zvýšený počet vozidel). Jestliže se ovšem stav úseku Su(Cu) rovná 4, bude provedeno další rozhodování velice podobné tomu předchozímu, pouze s rozdílem, že se na tabuli(Cu) pošle kód M4 (kód M4 může být zobrazením limitu maximální rychlosti na 60km/h s upozorněním na zvýšený počet vozidel a nebezpečí výskytu kolon) a zároveň nebude změněn stav objížděky, což bude mít za následek, že se úsek pro řidiče najíždějícího nebo jedoucího po objížděné trase se bude chovat jako úsek, na který není možné se vrátit. Tímto bude vyřešeno další zvyšování počtu vozidel na komunikaci. Jestliže se ovšem stav úseku Su(Cu) rovná 5, bude provedeno další rozhodování o shodě informací na světelné tabuli daného úseku (kód M5 může být zobrazením informace o neprůjezdnosti daného úseku a zcela opačně, pokud nejsme na objížděce, se objížděka nastaví na hodnotu „So:=1“. Pozice v sms správě se zvýší o jeden a na tuto pozici se zapíše číslo úseku, na kterém objížděka začala „Psms:=Psms+1, Textsms(Psms):=Cu “. Pak zvýším „Cu:=Cu+1“. Tyto čtyři rozhodovací cykly se budou opakovat do té doby, dokud se „Cu=Pu+1“. Touto podmínkou bude zaručeno, že se otestují všechny úseky a pošlou informace na všechny informační tabule.

Následuje další rozhodování „Textsms = Textsmsm“. Jestliže je tato podmínka nepravdivá, znamená to, že došlo ke změně stavu na komunikaci oproti předchozímu stavu. O této změně se pošle informace k řidiči prostřednictvím sms zprávy v již zmiňovaném tvaru viz kap. 5.4.4. Pokud je však podmínka pravdivá, tak se program opět vrátí na začátek a otestuje opět všechny sledované úseky. Pro první případ, kdy není tato podmínka splněna, se také dále spouští cyklus, který zašle informaci na všechny tabule s údaji, který nájezd je možné použít pro návrat na komunikaci, a na ostatních informačních tabulích nastaví prázdné pole. Tento program by byl schopen takto testovat a vyhodnocovat informace nepřetržitě bez nutnosti lidského zásahu. Je to jen hrubá struktura, kterou by bylo nutné doplnit o další moduly, např. pro případ, že dojde k selhání systému analýzy dat v GSM síti, výpadku napětí či jiných důvodů. Systém by bylo vhodné doplnit o možnost změny obsahu informace(kód M1, M2 ...) podle požadavků uživatele.

5.9 Technické provedení

Návrh, jak by mohlo vypadat konkrétní technické řešení pro proměnné dopravní značení liniového řízení dopravního proudu.



Obr.23: Jedna z možností technického řešení.

5.10 Represivní opatření

Není důvod se domnívat, že účastníci silničního provozu budou respektovat regulování dopravního proudu snížením rychlosti či odklonem na objízdnou trasu, a bylo by dobré doplnit systém technologií automatického sledování a vyhodnocování překročení stanovené rychlosti ve sledovaném úseku. Systém detekce je založen na snímání SPZ vozidel kamerovými systémy.

5.11 Současný stav

Koncem roku 2005 byl realizován projekt na nejfrekventovanějším úseku dálnice D1. Mezi Prahou a Brnem byly instalovány 4 kamerové body a 4 polo-portály s informačními tabulemi monitorovacího a informačního systému. Tento projekt byl velmi sledován veřejností a velmi medializován. Systém byl zprovozněn a uveden do zkušebního provozu. A poté byl předán uživateli Ředitelství silnic a dálnic ČR do užívání.



***Obr.24:** Současné proměnné dopravní značení*

6. Ekonomická analýza navrženého řešení

Náklady na instalaci systému jsou závislé na:

- rozsahu pokrytého území
- typu geografického pokrytí
- topografii mobilní sítě GSM operátora.

Celkové náklady na instalaci systému by bylo možné přirovnat k nákladům, které byly vyčísleny na instalaci systému RoDIN24 pro Českou republiku, jelikož tento systém také získává data technologií založené na pohybu mobilních telefonů po GSM sítích.

Na základě jednání s předními GSM operátory v ČR o možnosti instalace technologie RoDIN24 byly společností Applied Genetics Ltd. a jejím lokálním partnerem společností LogiTrade s.r.o. kvantifikovány předběžné náklady.

Dále byla předběžně vypočtena výše poplatku za monitoring 1km pokrytých komunikací, která se v Evropě pohybuje kolem 1900 EUR za km (v obou směrech). Jako zaváděcí cena prvních 12 měsíců provozu byl evropský tarif snížen o 50% na 950 EUR za km (v obou směrech), v dalších letech pak dosahnul jen 75% evropského tarifu (tj.1425 EUR). Celkové náklady a poplatky na monitoring výše uvedených skupin komunikací jsou shrnuty v níže uvedené tabulce.

Komunikace	Počet km	Náklady rok 1	Náklady rok 2	Náklady rok 3	Náklady další roky
Dálnice D1	200	28	20	20	12
Všechny dálnice a rychlostní komunikace	2350	200	140	140	120

Tab.1 - Náklady na provoz (čísla jsou uvedena v miliónech korun)

Náklady v prvním roce zahrnují náklady na Hardware a Implementační práce

Celková cena je tvořena náklady na:

- Hardware, tato položka tvoří největší podíl celkových nákladů (cca 60%)
- Licenci na Software
- Operační náklady
- Implementační práce

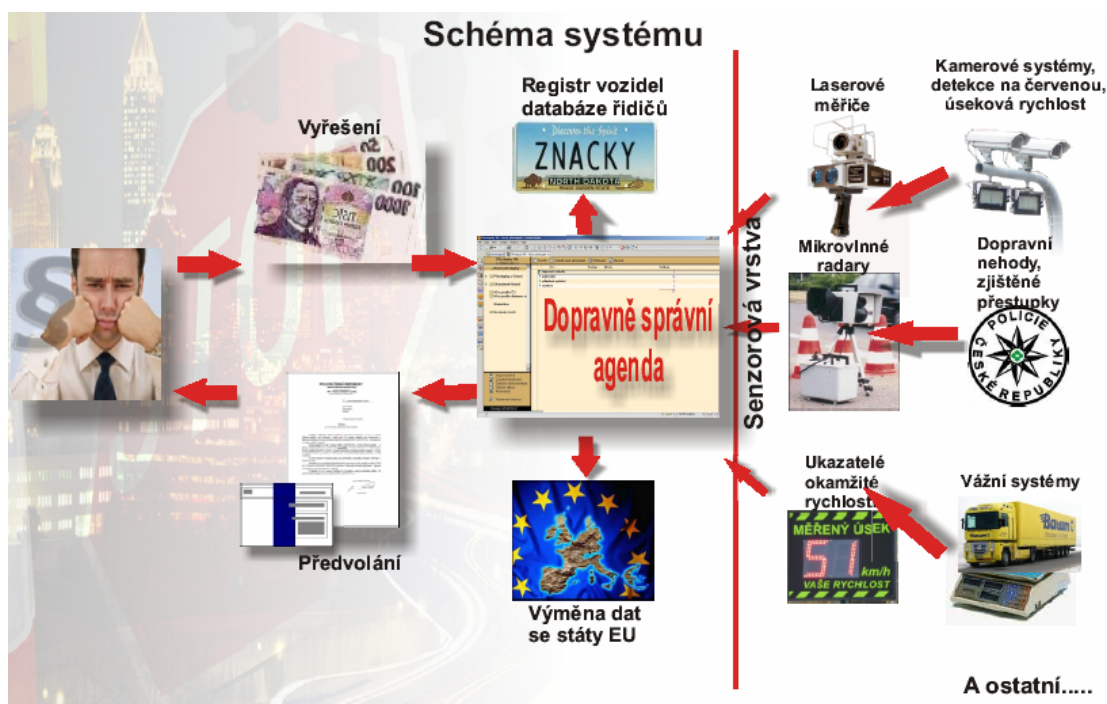
Náklady spojené se získáním dat RoDIN24 a jejich následným zpracováním jsou známy, ale jaký dopad bude mít znalost aktuálního stavu silniční sítě na chování účastníku silničního provozu, můžeme pouze odhadovat. Systém přispěje k omezení kongescí na přetížených úsecích. Předpokládám odlehčení v dopravních špičkách, odklon části dopravy z ucpaných míst a celkové rozmělnění toku dopravního proudu. V případě efektivní distribuce dopravních informací lze předpokládat přizpůsobení těmto novým podmínkám u **min. 20%** řidičů (zvolení alternativní trasy, odpočinku, přeorganizování programu atd.). Tento předpoklad bude znamenat **min. 15%** snížení ztrát způsobených kongescemi.

Jako orientační příklad jsou dále vyčísleny náklady a úspory pro dálnici D1. Odhady škod způsobené každodenními kongescemi na D1, které zpracovalo v roce 2004 Centrum dopravního výzkumu, jsou vyčísleny na **14,235 mil. Kč/den**. Pro výpočet ztrát z kongescí byly vzaty v úvahu pouze ztráty ze zvýšené spotřeby PMH (6,238mil. Kč/den) a časové, resp. finanční ztráty (7,997mil. Kč/den) osob využívajících dálnice D1 v úseku Praha-Brno (v obou směrech). Ostatní ztráty nelze v současné době odhadnout bez doplňkového průzkumu a analýz. Lze však předpokládat, že konečné ztráty budou ještě vyšší než vyčíslený odhad. Když uvážíme roční **ztráty cca 5,195 mld. Kč/rok** (14,235mil Kč x 365dní) a vezmeme v úvahu předpokládané **minimální** snížení ztrát o 15% vlivem poskytnutí veřejnosti/firmám aktuálních dopravních informací, dojdeme k předpokládané úspoře ve výši **779,366 mil Kč/rok**.

S přihlédnutím k výše uvedenému odhadu lze tvrdit, že náklady spojené s instalací a provozem ve srovnání s předpokládanými přínosy jsou téměř zanedbatelné.

7. Návrh preventivního systému - PREVENT

Zásadou automatického monitorování je nahrazení manuálního zpracování každého oznámení o přestupku nyníjším zpracováním výpočetní technikou, a to v rámci zákonem stanovených možností. Je třeba mít na paměti, že cílem je snížení nehodovosti a nikoliv finanční zisk z vybraných pokut.



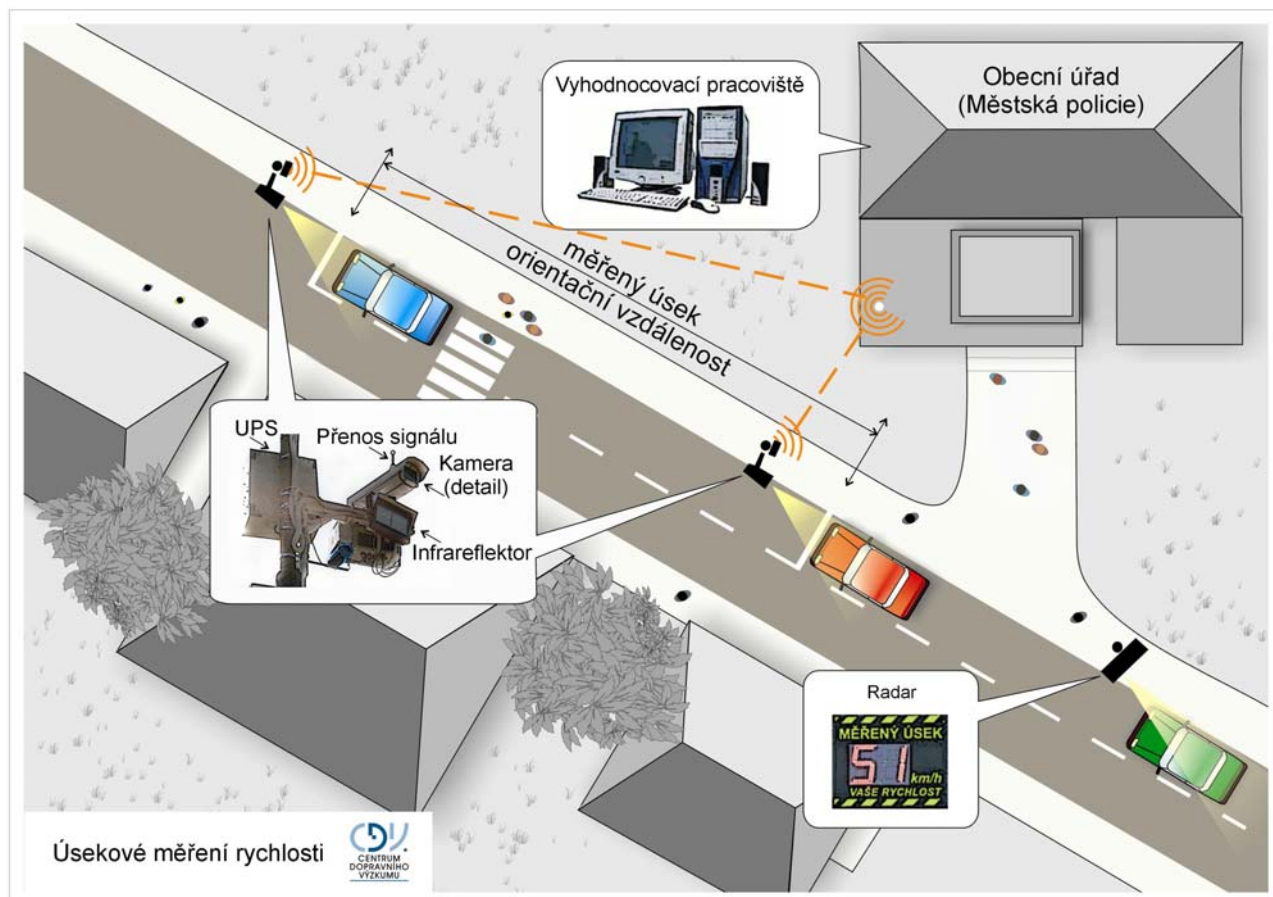
Obr. 25: Schéma systému

a) Měření překročení maximální povolené rychlosti v úseku – schéma

V první etapě bylo instalováno měření překročení maximální povolené rychlosti v úseku v obci Miličín. Jedná se o plně funkční systém. Miličín je příkladem obce, kterou projíždí dopravní proud značné intenzity. Byla zde pravidelně překračována maximální povolená rychlost a docházelo k vážným dopravním nehodám.



Obr. 26: Schéma – rychlosti úseku



Obr. 27: Úsekové měření rychlosti

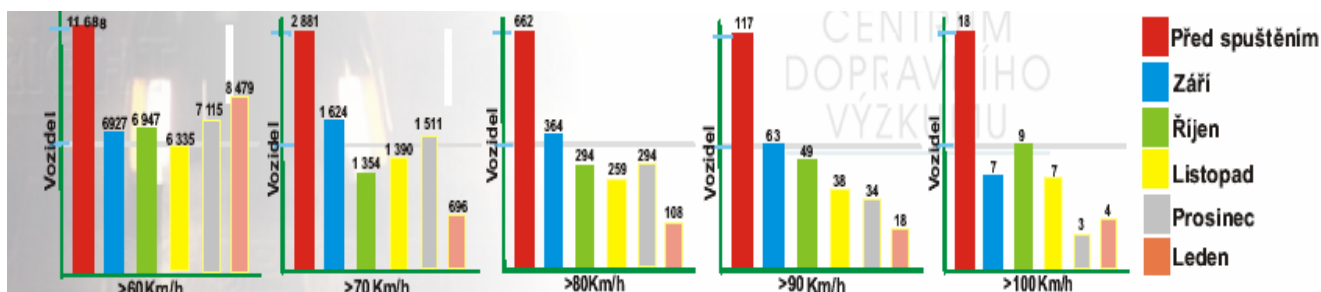
Konfigurace systému pro jeden jízdní pruh:

- jedna kamera na vjezdu sledovaného úseku,
- druhá kamera na výjezdu ze sledovaného úseku, výpočetní jednotka dle potřeby,
- osvětlovací jednotky pro noční vidění,
- měření doby průjezdu lze realizovat v libovolně dlouhém úseku,
- systém umožňuje zvýšení bezpečnosti provozu v celém úseku vozovky a nejen na jednom místě,
- preventivní síla je podpořena umístěním upozornění na měřený úsek.

Výhody systému

Došlo k rapidnímu snížení rychlosti dopravního proudu viz obr. 28. Měření bylo provedeno nezávislým stacionárním radarem na vjezdu (cca 60m před vjezdem do měřeného úseku). Měření se uskutečnilo před spuštěním systému (7 dní) a poté se průběžně kontrolovala

naměřená statistická data (týden v měsíci). Na sledovaném úseku nedošlo k žádné dopravní nehodě. Komerový systém přispěl k dopadení viníka vážné dopravní nehody, z které řidič vozidla ujel. Nehoda se stala na jiném městě. Zvýšila se vnímaná bezpečnost na sledovaném úseku.



Obr. 28: Grafické znázornění zvýšení bezpečnosti

Nevýhody systému

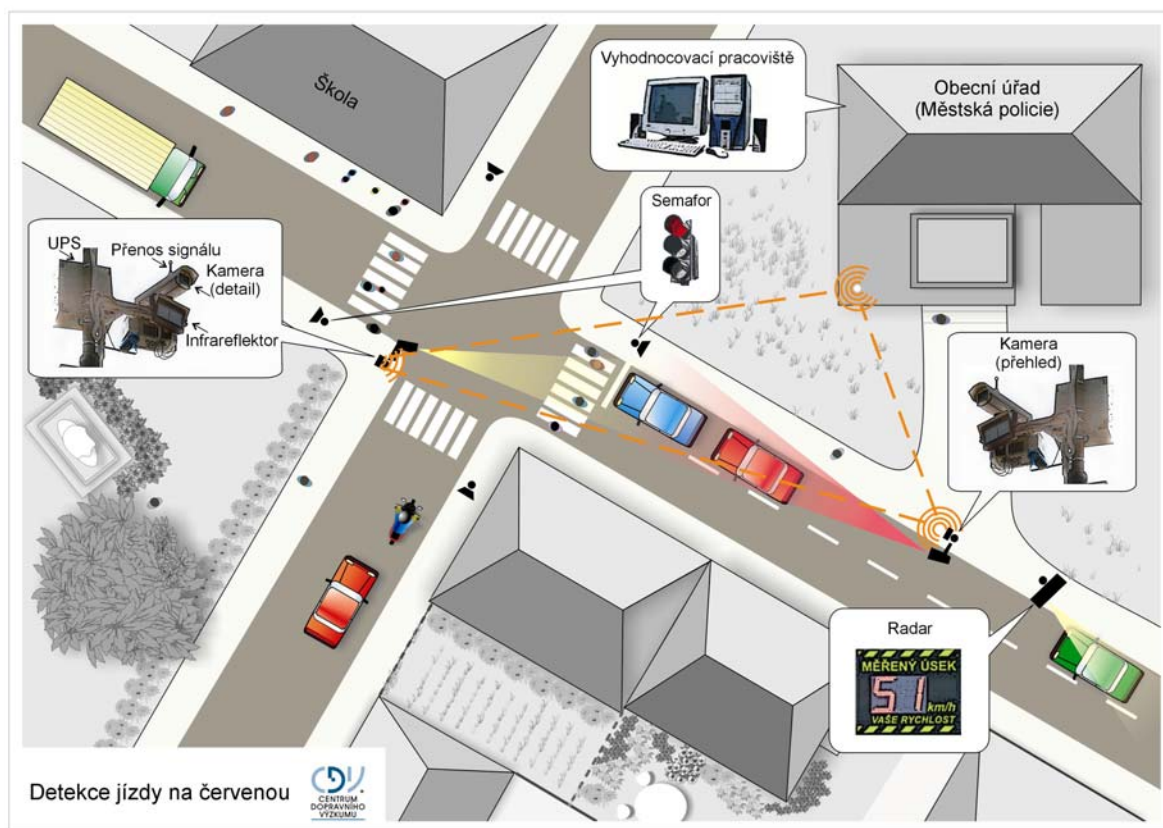
Pouze 5% detekovaných přestupků soukromých vozidel (55-60% ze všech detekovaných vozidel) se podaří zdárně vyřešit. Služební vozidla se řeší na základě knihy jízd, vymáhání přestupků není tak komplikované.

Majitelé detekovaných soukromých vozidel se odvolávají na osobu blízkou, majitelé zahraničních vozidel nelze "prozatím" pokutovat.

V závislosti na legislativní/technologických podmínkách je průkaznost přestupků velice nízká a tím návratnost investice pro města a obce v nejbližších letech nejistá.

b) detekce průjezdu vozidla křižovatkou na červenou

Vycházíme z předpokladu, že mnoho vážných dopravních nehod je způsobeno nedáním přednosti v jízdě, resp. nerespektováním světelného signalizačního zařízení. Průjezd vozidla křižovatkou na červenou je zjišťován systémem, který se skládá z přehledových a detailových kamer. Přehledové kamery sledují světelné signalizační zařízení a detekují jeho aktuální fázi. Detailové kamery sledují prostor křižovatky za "stop" čarou. V případě, že se v okamžiku, kdy přehledová kamera "vidí" červenou, nachází v prostoru křižovatky vozidlo, je detekován přestupek a detailovou kamerou je zaznamenána registrační značka vozidla.



Obr. 29: Kameraná detekce vozidel

Zjištěné údaje o vozidle, včetně fotografie řidiče, jsou dále postoupeny ke správnému řízení. Systém nevyžaduje propojení s řadičem křižovatky pro zjištění fáze semaforu. Uvedenou funkci realizuje přehledová kamera, která rovněž zaznamenává celkovou historii vjezdu vozidla do křižovatky a může pořizovat digitální videozáznam celkové situace pro případné rekonstrukce nehod.



Obr. 30: Kameraná detekce vozidel

Výhody systému

Zvýšila se vnímaná bezpečnost na křižovatce Jiráskova x Fritzova (křižovatka je situována přímo u Hlavního autobusového nádraží).

Systém prokázal obrovskou preventivní efektivitu v boji proti řidičům nerespektujícím červený signál.

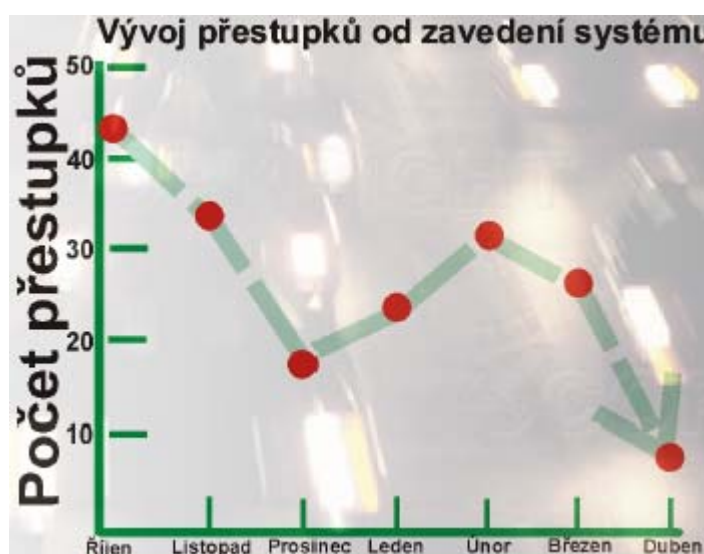
Říjen - pouhých 15 dní provozu odhalilo 43 provinění proti pravidlům.

Duben - po sedmi měsících provozu došlo během celého měsíce pouze k 7 přestupkům!

Nevýhody systému

Bylo zaznamenáno 213 použitelných detekovaných přestupků, z toho 41 cizinců, 172 přestupků k řešení.

Doposud byla uložena sankce 68 pachatelům = pouze 15 % ze všech detekovaných přestupků. Není možná dávková lustrace zaznamenaných registračních značek.



Obr. 31: Grafické znázornění počtu přestupků

Závěry

Na obou sledovaných úsecích došlo k výraznému zvýšení vnímané bezpečnosti. V prvních 15 dnech pilotní instalace detekce jízdy na červenou došlo k 48 případům vjezdu na červený signál, kdežto v posledním měsíci pouze k 7 takovým případům!

Výrazně se snížila rychlost dopravního proudu. Statistické výsledky pilotní instalace v obci Miličín ukazují na radikální zklidnění dopravního proudu. Tyto výsledky byly pořízeny nezávislým mikrovlnným radarem, který je umístěn před vjezdem do úseku. Je součástí

ukazatele okamžité rychlosti, který slouží jako upozornění na měřený úsek (na ukazateli je nápis MĚŘENÝ ÚSEK).

Potvrdily se teoretické předpoklady, kdy kamery mohou asistovat u odhalování i jiných trestných činů. V obci Miličín byl pomocí kamerového systému dopaden viník vážné dopravní nehody v jiném městě, který z místa nehody ujel. Současná legislativní situace. Odepření výpovědi: (§ 100 tr. ř.) - každý má právo odepřít výpověď, jestliže by jí způsobil nebezpečí trestního stíhání sobě nebo osobě blízké – výjimka z obecné povinnosti vypovídat (nikoli povinnosti dostavit se k výslechu). Podle tohoto paragrafu se u obou pilotních projektů „řídí“ cca 40-50% předvolaných přestupců.

V závislosti na legislativní/technologických podmínkách je průkaznost detekovaných přestupků velice nízká. V případě, že fotografie pachatele není dostatečně průkazná nebo si pachatel kryje obličej zábranou proti slunci, můžeme očekávat argumentaci pachat „osobou blízkou“.

Zvýšení procenta průkaznosti detekovaných přestupků lze docílit důrazným vyšetřováním každého jednotlivého přestupku, což značně zatěžuje správní úřady, resp. celý legislativní systém ČR.

Veřejnost poukazuje na nerovnost v postihování. Pachatelé znají zákona (vybaveni právníkem) jsou těžce nebo vůbec postižitelní, zatímco „náhodný“ pachatel bez patřičných znalostí legislativních mezer je postižitelný daleko jednodušeji. Obáváme se, že tento fakt povede k represí těchto „neinformovaných“ řidičů a „problémoví“ řidiči a jejich přestupky nebudou řešeny pro nedostatek důkazů.

7.1 Preventivního systému – PREVENT

Na základě výsledků pilotních projektů a zkušeností s represivními systémy jsme navrhli preventivní systém. Věříme, že se nám podařilo zkombinovat výhody represivních systémů v oblasti prevence a zároveň výrazně „zlehčit“ a zefektivnit celý systém jak po funkční, tak po ekonomické stránce.

Úkolem při tvorbě nového systému bylo zachovat preventivní dopad represivních systémů a odstranit problémy, které se vážou ke komplikovanému vymáhání přestupků, zatěžování státní správy, ekonomické náročnosti represivních systémů a problematickým přijetím těchto systémů veřejností.

Zjednodušeně se můžeme ptát, co přiměje řidiče k bezpečnému chování na nehodových lokalitách bez udělování sankcí. Zde musíme rozlišit dvě skupiny řidičů. Ty, co se chtějí chovat bezpečně, ale „zapomněli se“ a ty, co ohrožují své okolí naprosto vědomě.

Preventivní efekt na „zapomětlivé“ řidiče, které systémem upozorníme na nehodovou lokalitu a jejich rychlost (resp. porušení jiného bezpečnostního pravidla), je zřejmý. Tito řidiči se budou chovat dle sdělených instrukcí prostě proto, že chtějí.

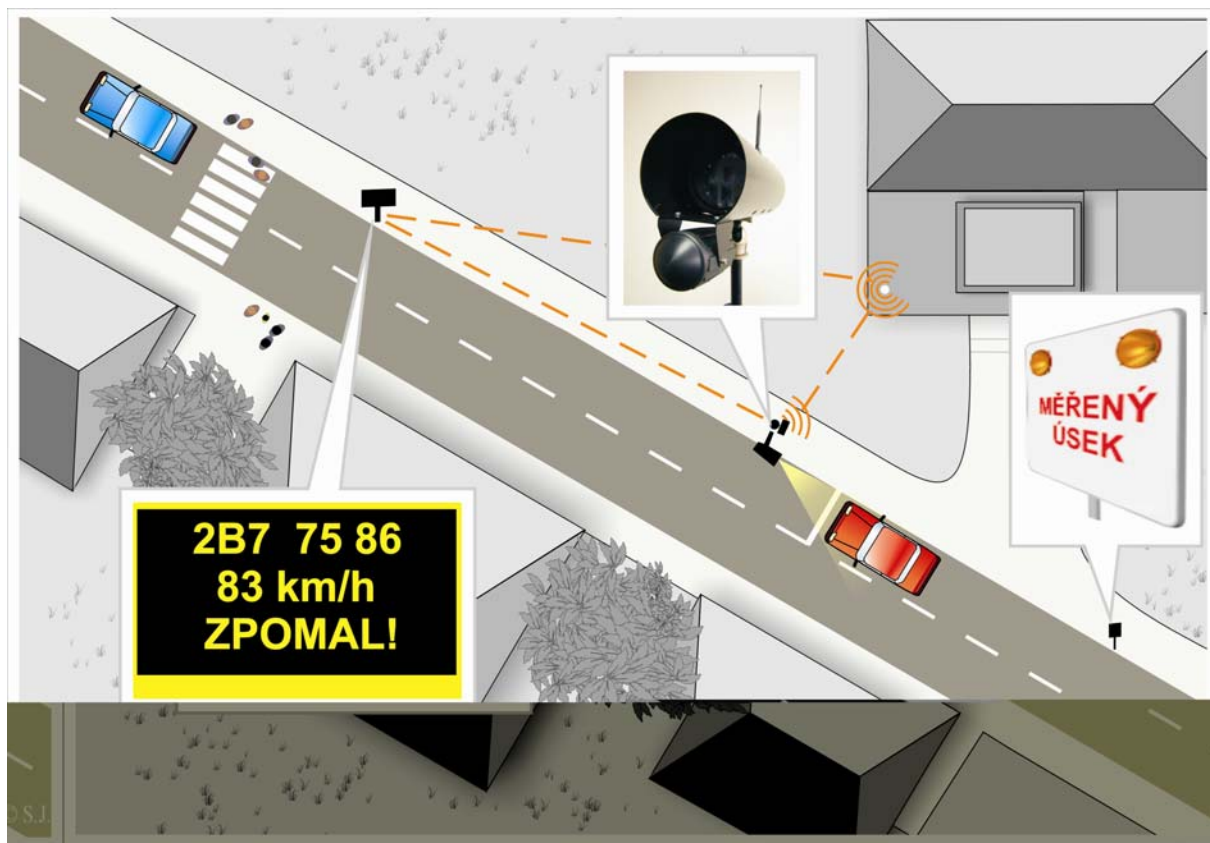
Práce s druhou skupinou, s bezohlednými řidiči, je komplikovanější. Při řešení tohoto problému jsme se obrátili na kolegy z Velké Británie (Computer Recognition Systems, Ltd.), kteří mají s touto problematikou dlouholeté zkušenosti.

Z jejich výzkumů vyplývá, že spárováním rychlosti a registrační značky konkrétního vozidla a zveřejněním tohoto údaje na světelné tabuli za měřeným úsekem, dojde k „šoku“ z odhalení v reálném čase. Tento efekt, spolu s pochybností, zda nebude detekovaný přestupek v budoucnu řešen, působí velmi významně na zklidnění chování problémového řidiče.

Průzkumy vlivu tohoto opatření naznačují, že tímto způsobem stálé výchovy lze docílit celkové změny chování vysokého procenta problémových řidičů, a to nejen na monitorovaných místech. Je zřejmé, že s rostoucím počtem instalací systému (připomeňme, že zajistí lokální zklidnění dopravního proudu a zároveň nepřetržitou výchovnou kampaň motorizované společnosti) bude celkový efekt opatření vzrůstat.

Na základě prvních testů systému v reálném provozu bude zpracována Metodika užívání a obsluhy systému PREVENT. Bude řešit následující témata:

- výběr komponentů systému/jejich financování,
- obsluha systému,
- volba cyklů/frekvence zobrazení informací,
- volba umístění systému a jednotlivých komponentů,
- možnosti posílení preventivního účinku náhodným měřením (policista s přenosným radarem/přenos údajů o přestupku ze systému na laptop za monitorovaný úsek – předpokládáme účinek revize),
- a další.



Obr. 32: Schéma systému

Popis vnímání systému z pohledu řidiče:

- 1) Přijíždím k nehodové lokalitě, která následuje za bezpečným a přehledným úsekem – mé vnímání nebezpečné rychlosti je posunuto směrem k vyšším hodnotám.
- 2) Jsem upozorněn na vjezd do nehodové lokality jednoduchou cedulí MĚŘENÝ ÚSEK.
- 3) Mírně zpomalím, ale ne dostatečně.
- 4) Ve vzdálenosti cca 100m uvidím na světelné LED tabuli o rozměrech 1,5m x 0,8m svou registrační značku s údajem o naměřené rychlosti/odstupu a dodatečné informaci:
 - **ZPOMAL**
 - **3b!!!**
 - **PŘESTUPEK**
 - **NEDOSTATEČNÝ ODSUP**
 - **ATD.**

- 5) Většina řidičů zpomalí a projede krizovým úsekem bezpečně.
- 6) Řidiči, kteří ani přes tato opatření nezpomalí, budou muset být ve svém příštím rozhodování podpoření namátkovým měřením a udělením maximálních sankcí za příslušný přestupek.
- 7) V případě dodržení bezpečné rychlosti navrhujeme začlenit pozitivní informační kampaň:
 - **JEDETE BEZPEČNĚ, DĚKUJEME**
 - **MĚSTO ODRY PŘEJE PĚKNÝ DEN**
 - **BUĎTE OHLEDUPLNÍ**
 - **POZOR NÁMRAZA**
 - **DĚTI JDOU ZE ŠKOLY – 500m + grafické zobrazení**
 - **PÁSY CHRÁNÍ ŽIVOT**
 - **DÍTĚ VŽDY V SEDAČCE**
 - **ALKOHOL ZA VOLANT NE!!!**
 - **ZA JÍZDY NETELEFONUJTE!!!**
 - **ZBYTEČNE NERISKUJTE**
 - **ATD.**

7.2 Definice přínosů systému pro koncové uživatele

Najít optimální řešení ke zvýšení bezpečnosti silničního provozu na krizových úsecích a uspokojení požadavků všech koncových uživatelů systému:

Správní úřady měst a obcí:

- bezpečné komunikace,
- minimální finanční zátěž,
- vyhnutí se zdlouhavým správním řízením.

Obyvatelé obce/města:

- snížení zatížení stresem z nepřiměřené rychlosti dopravního proudu,
- bezpečnost v kritických oblastech (okolí škol, nemocnic, obytné oblasti).

Řidiči:

- maximální bezpečnost cestování,
- informovanost,
- upřednostnění prevence před represí,
- ochrana citlivých osobních údajů.

Ministerstvo dopravy:

- snížení počtů úmrtí na silnicích o 50% v horizontu pěti let (bílá kniha),
- zvýšení plynulosti silničního provozu,
- zajištění funkčnosti systémů na národní úrovni.

Policie ČR:

- snížení nákladů spojených s odhalováním a postihováním dopravních přestupků,
- snížení nehodovosti.

Ministerstvo vnitra:

- zefektivní dohledu nad silničním provozem.

Sponzor systému:

- možnost spojení svého jména s rozsáhlou dopraví preventivní akcí/kampaní za použití nejmodernějších inteligentních dopravních technologií.

8. Závěr

Zásadní problém dálnic a rychlostních silnic spočívá na rozdíl od ostatních komunikací v tom, že při zastavení dopravního proudu z jakýchkoli příčin má řidič jen jednu volbu: **ČEKAT**.

Stres řidiče je v přímé úměře časovému tlaku, jakému je v tomto okamžiku vystaven. Zde vzniká většina negativních emocí spojených s dálnicemi. Pro minimalizaci tohoto zásadního problému jsou v zásadě třeba dvě věci:

- co nejrychleji zjistit zastavení dopravního proudu
- co nejrychleji od tohoto zjištění reagovat a navigovat dopravní proud na objízdnou trasu

První podmínku splňují systémy pro získávání dat z pohybu mobilních telefonů, které jsou schopny indikovat zastavení dopravního proudu zatím nejrychleji a nejspolehlivěji bez nároku na další investice. Není důvod se domnívat, že účastníci silničního provozu budou respektovat regulování dopravního proudu snížením rychlosti, a proto navrhujeme doplnění technologie systémem automatického sledování a vyhodnocování překročení stanovené rychlosti ve sledovaném úseku. Systém detekce je založen na snímání SPZ vozidel kamerovými systémy.

V roce 2007 Policie ČR šetřila celkem 187 965 nehod, při kterých bylo 956 osob usmrceno, 3 990 těžce zraněno a 24 231 osob zraněno lehce. Odhad způsobené hmotné škody je ve výši 9,12 mld. Kč. V porovnání s rokem 2006 vyplývá, že došlo k poklesu u všech základních ukazatelů nehod, a sice:

· počet nehod	o 11 297,	tj. o 5,7%
· počet usmrcených	o 171 osob,	tj. o 15,2%
· počet těžce zraněných	o 406 osob,	tj. o 9,2%
· počet lehce zraněných	o 3 743 osob,	tj. o 13,4%
· odhad hmotné škody	o 654,9 mil. Kč,	tj. o 6,7%.

Vývoj následků nehod v roce 2007 byl velmi příznivý a meziroční pokles počtu usmrčených osob je za posledních 26 let DRUHÝ nejvyšší (po roce 1998, kdy se projevil vliv snížení rychlosti jízdy v intravilánu).

Vývoj základních ukazatelů nehod od roku 1991 je uveden v následující tabulce (Tab.2)

Rok	Počet nehod	Usmrceno	Těžce zraněno	Lehce zraněno	Hmotná škoda v mil. Kč
1991	94 664	1 173	4 519	23 371	606,0
1992	101 387	1 194	4 833	22 806	1 014,2
1993	125 599	1 395	5 429	26 708	1 794,2
1994	152 157	1 355	5 629	26 821	2 988,3
1995	156 242	1 473	6 232	29 590	4 262,9
1996	175 520	1 384	6 298	30 866	4 877,2
1997	201 697	1 386	6 621	31 296	6 054,4
1998	198 431	1 411	6 632	30 155	5 981,6
1999	210 138	1 204	6 152	29 225	6 834,0
2000	225 690	1 322	6 093	28 747	7 148,8
2001	211 516	1 336	5 525	27 063	7 095,8
2002	185 664	1 219	5 493	28 297	8 243,9
2003	190 718	1 314	5 492	29 013	8 891,2
2004	195 851	1 319	5 253	30 312	9 334,3
2005	196 484	1 215	4 878	29 543	9 687,4
2006	199 262	1 127	4 396	27 974	9 771,3
2007	187 965	956	3 990	24 231	9 116,3

Tab.2 – Nehody a jejich následky od roku 1991

Od roku 1990 šetřila Policie ČR na pozemních komunikacích přes 3 mil. nehod (3 008 985), při nichž bylo 21 783 osob usmrceno, 93 465 osob bylo těžce zraněno a dalších 476 018

bylo zraněno lehce. Odhadnutá hmotná škoda dosahuje částky téměř 104 miliard Kč. Z porovnání četností základních ukazatelů vyplývá, že v průměru každé necelé 3 minuty (přesně 2,8 minut) šetřila Policii ČR nehodu, každých 22 minut byl při nehodě lehce zraněn člověk a každé 2,2 hodiny těžce. V průměru každých 9,2 hodiny zemřel při nehodě člověk. Každou hodinu pak byla způsobena hmotná škoda přesahující jeden milión Kč (přesně 1 040 674 Kč).

V další tabulce (Tab. 3) je uvedeno porovnání nehod řidičů osobních automobilů v závislosti na jejich věku. Téměř 1/3 nehod zavinili řidiči věkového rozmezí 25 až 34 let a velkou skupinu tvoří i řidiči věkové skupiny 35 až 44 let.

Věk řidiče	Počet zaviněných nehod	Tj. v %
Do 18 let	243	0,2
18 -20	8 212	7,1
21 – 24	14 013	12,1
25 – 34	37 337	32,1
35 – 44	24 286	20,9
45 – 54	15 890	13,7
55 – 64	10 728	9,2
> 64	5 517	4,7

Tab.3 – Porovnání nehod řidičů

V následující tabulce (Tab.4) je uvedeno členění nehod a jejich následků u nehod zaviněných řidiči nákladních automobilů podle hmotnostních kategorií za rok 2007.

Hmotnostní třída	Počet nehod	Usmrceno
<i>Do 3,5 tuny</i>	9 219	29
<i>3,6 až 7,5 tun</i>	6 519	23
<i>7,6 až 11,9 tun</i>	4 248	16
<i>Nad 12 tun</i>	10 905	53
<i>Nezjištěno</i>	438	1

Tab.4 – Členění nehod

Nejvíce nehod zavinili řidiči nákladních automobilů kategorie nad 12 tun a na jimi zaviněné nehody připadá nejvíce usmrcených osob (tj. 43% z celkového počtu). Řidiči s cizí státní příslušností zavinili na území ČR 6 448 nehod (tj. 3,5 % z počtu nehod zaviněných řidiči). Při těchto nehodách přišlo o život 51 osob a dalších 899 bylo zraněno.

Nejčtenější příčinou nehod řidičů motorových vozidel v roce 2007 bylo opět nevěnování potřebné pozornosti řízení vozidla (18,2% z nehod řidičů), nedodržení bezpečné vzdálenosti za vozidlem (15,9%) a nesprávné otáčení nebo couvání (10,3%). Tyto tři příčiny tak představují téměř 45% celkového počtu nehod řidičů motorových vozidel.

Pořadí	10 nejčastějších příčin nehod řidičů motorových vozidel	Počet nehod
1.	řidič se plně nevěnoval řízení vozidla	34 347
2.	nedodržení bezpečné vzdálenosti za vozidlem	29 910
3.	nesprávné otáčení nebo couvání	19 330
4.	nepřízpůsobení rychlosti stavu vozovky	14 394
5.	nedání přednosti upravené dopravní značkou "DEJ PŘEDNOST V JÍZDĚ! „	10 135
6.	nezvládnutí řízení vozidla	9 505
7.	nepřízpůsobení rychlosti dopravně technickému stavu vozovky	6 177
8.	vyhýbání bez dostatečného bočního odstupu	6 108
9.	vjetí do protisměru	5 712
10.	nedání přednosti při přejíždění z pruhu do pruhu	4 643

Tab.5 - 10 nejčastějších příčin nehod řidičů motorových vozidel

V hodnoceném období za rok 2007 se více jak 26% nehod (z celkového počtu) stalo mimo obce a na tyto nehody dále připadá:

- 61,7% z celkového počtu usmrcených,
- 47,7% z celkového počtu těžce zraněných,
- 41,9% z celkového počtu lehce zraněných,
- 39,6% z celkového odhadu hmotných škod a
- 26,8% nehod zaviněných pod vlivem alkoholu.

V příložené tabulce (Tab.6) je uvedeno členění nehod za rok 2007 a jejich následků podle místa, tj. zda k nehodě došlo v obci, mimo obec nebo na dálnici.

Místo nehody	Počet nehod	Usmrcených	Lehce zraněných	Těžce zraněných	Hmotná škoda v mil. Kč
V obci	138 396	366	2 086	14 073	5 506,05
Mimo obec	49 569	590	1 904	10 158	3 610,29
Z toho Dálnice	4 871	31	102	518	605,49

Tab.6 – Členění nehod

Vývoj následků nehod v roce 2007 byl velmi příznivý a meziroční pokles počtu usmrcených osob je jeden z nejvyšších za posledních 20 let. Přitom pokles počtu usmrcených osob v I. pololetí představuje 7,3%, ve druhém pololetí je to již 20,8%. Podobně v I. pololetí se zaznamenal nárůst počtu nehod o 6,2%, ale ve druhém pololetí nastal pokles o 16,9%. Podobně velmi pozitivní je i pokles počtu těžce a lehce zraněných osob. Výsledky statistiky nehod za rok 2007 beze zbytku potvrdily účinnost „bodového systému“. Celkové výsledky se jistě promítnou i v příznivějším mezinárodním porovnání. Podle předběžných údajů by se ukazatel závažnosti nehod (= počet usmrcených připadajících na 1 milion obyvatel) měl pohybovat kolem hodnoty 103 usmrcených na 1 mil. obyvatel a to by znamenalo posun ke středu pořadí a Česká republika by se tak dostala do sousedství Belgie, Španělska a Nového Zélandu.

9. Použitá literatura

Monografie

- [1] PŘIBYL, P., SVITEK, M., *Intelligentní dopravní systémy*, BEN, 2002, 544 s.
ISBN 80-7300-029-6.
- [2] MEDELSKÁ, V., A KOLEKTIV, *Dopravní inženýrstvo*, Alfa Bratislava, 1992,
374 s., ISBN 80-05-00737-8.

Elektronické zdroje

- [3] STATISTIKA DOPRAVNÍCH NEHOD V ČR [online]. c2008, [cit. 2.5.2008].
Dostupné z < <http://www.mvcr.cz/statistiky/nehody.html> >.
- [4] CENTRUM DOPRAVNÍHO VÝZKUMU [online]. c2008, [cit. 23.4.2008].
Dostupné z < <http://www.cdv.cz/> >.
- [5] POPIS SYSTÉMU PREVENT [online]. c2008, [cit. 25.4.2008].
Dostupné z < <http://www.cdv.cz/prevent/cz/> >.
- [6] DOPRAVNÍ INFORMACE [online]. c2008, [cit. 18.3.2008].
Dostupné z < <http://www.highways.gov.uk/knowledge/1361.aspx/> >.

10. Seznam obrázků, tabulek

Seznam obrázků

Kapitola 2

Obr. 1: Vztah intenzita – hustota.....	10
Obr. 2: Vztah rychlost – hustota.....	10
Obr. 3: Vztah rychlost – intenzita.....	11

Kapitola 3

Obr. 4: Schéma podílů sledovaných území.....	20
Obr. 5: Schéma detekce pohybu mobilního tel.	21
Obr. 6: Schéma detekce pohybu mobilního tel.	22
Obr. 7: Frekvence měření.....	23

Kapitola 4

Obr. 8: Struktura dopravního systému.....	24
Obr. 9: Ukázka návrhu zobrazení naměřených hodnot.....	28
Obr. 10: Statistika.....	29
Obr. 11: Ukázka zátěžové mapy.....	30
Obr. 12: Ukázka informace o mimořádné dopravní situaci.....	31
Obr. 13: Prezentace dat.....	33
Obr. 14: Výstupy na mobilní telefon.....	34
Obr. 15: Možnosti spolupráce současných aplikací s daty.....	35
Obr. 16: Možnosti spolupráce současných aplikací s daty.....	36
Obr. 17: Internetový portál.....	36

Kapitola 5

Obr. 18: Tvoření kolony.....	38
Obr. 19: Vzdálenost mezi místem problému a měřícím profilem.....	39
Obr. 20: Toky dat v systému.....	41
Obr. 21: 1.Část vývojového diagramu pro softwarové řešení	45

Obr.22: 2.část vývojového diagramu pro softwarové řešení	46
Obr.23: Jedna z možností technického řešení.....	49
Obr.24: Současné proměnné dopravní značení.....	50

Kapitola 7

Obr. 25: Schéma systému.....	53
Obr. 26: Schéma – rychlosti úseku.....	53
Obr. 27: Úsekové měření rychlosti.....	54
Obr. 28: Grafické znázornění zvýšení bezpečnosti.....	55
Obr. 29: Kamerová detekce vozidel.....	56
Obr. 30: Kamerová detekce vozidel.....	56
Obr. 31: Grafické znázornění počtu přestupků.....	57
Obr. 32: Schéma systému.....	60

Seznam tabulek

Kapitola 6

Tab.1 - Náklady na provoz	51
----------------------------------------	----

Kapitola 8

Tab.2 – Nehody a jejich následky od roku 1991.....	64
Tab.3 – Porovnání nehod řidičů.....	65
Tab.4 – Členění nehod.....	65
Tab.5 - 10 nejčastějších příčin nehod řidičů motorových vozidel.....	66
Tab.6 – Členění nehod.....	67